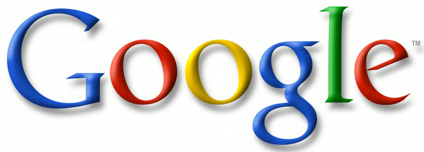
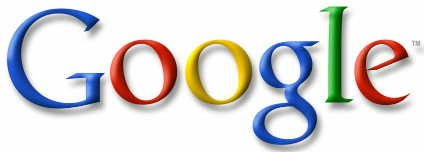

Google



HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK.

Erster Band.

HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK

unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Edmund Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover und Redacteur des technischen Organs des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Erster Band.

Der Eisenbahnbau.

Bearbeitet von

Prof. **R. Baumeister,** Prof. Dr. **W. Fränkel,** Oberingenieur **Heusinger von Waldegg,** Baurath, Geh. Regierungsrath, Director **A. von Kaven,** Maschinenmeister **Georg Meyer,** Eisenbahn-Bauinspector **Gust. Meyer,** Civil-Ingenieur **Georg Osthoff,** Oberinspector **Rud. Paulus,** Regierungs- und Baurath **J. Rasch,** Baurath **Ed. Sonne,** Oberbaurath **H. Sternberg,** Geh. Regierungsrath **W. Streckert,** k. k. Hofrath **M. M. von Weber,** Baumeister **C. Wilcke** und Professor Dr. **E. Winkler.**

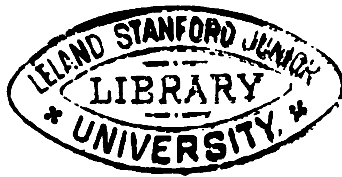
Vierte vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 330 Holzschnittfiguren und 63 Zeichnungstafeln.

LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1877.


LELAND STANFORD JUNIOR
LIBRARY
UNIVERSITY

Vorrede zur ersten Auflage.

Während die französische und englische Literatur über Eisenbahnbau und Betriebsmittel die ausgezeichneten Werke von Perdonnet, Goschler, Couche, Le Chatelier, Flachat, Petiet und Polonceau, Clark, Colborn etc. aufzuweisen hat, besitzen wir im Deutschen kein einziges dem jetzigen Standpunkte des Eisenbahnwesens entsprechendes Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik. Die vorhandenen deutschen Werke sind entweder bei dem rapiden Fortschritte in diesem Gebiete veraltet, oder auf einzelne Fächer beschränkt, oder doch nur als Lehrbuch für angehende Techniker angelegt. Indessen stehen die Deutschen keineswegs in der Eisenbahntechnik den anderen Nationen nach, übertreffen dieselben vielmehr in der rationellen Behandlung vieler Einzelheiten. Das Netz des deutschen Eisenbahn-Vereins umfasst gegenwärtig ca. 3800 Meilen, für welche einheitliche Bestimmungen beim Bau und Betrieb bestehen, und ist bedeutender als das Eisenbahnnetz in Frankreich und England. Es ist deshalb sehr wünschenswerth, dass auch bei uns die bis jetzt gemachten Erfahrungen und die bewährten in vielen Zeitschriften und Büchern zerstreuten Constructionen zusammengetragen, systematisch geordnet und gründlich bearbeitet werden, sodass das Werk sowohl ein Rathgeber über die verschiedenen Gegenstände des Faches, ein eigentliches Handbuch der gesammten speciellen Eisenbahn-Technik werden, als auch zugleich angehenden Eisenbahn-Technikern zum Studium dienen könne.

Die Kräfte eines Einzelnen reichen aber nicht mehr aus, das so umfangreiche Material zu sichten und gehörig zu bewältigen; dagegen war es durch Anwendung des zeitgemässen Princips der Association möglich, in kurzer Zeit ein derartiges Werk zu schaffen, welches bei der Vollendung nicht schon in seinen Anfängen veraltet ist, und welches in allen Partien mit gleicher Hingabe und Sachkenntniss bearbeitet werden muss.

Zu dem Ende haben sich auf verschiedene im November und December 1867 und Januar 1868 von dem Unterzeichneten erlassene Einladungen an 40 theoretisch und praktisch gebildete Eisenbahnbau- und Maschinen-Ingenieure Deutschlands und Professoren des Eisenbahnbaues und des Maschinenwesens an den deutschen polytechnischen Schulen zur Herausgabe dieses Werkes in der Art vereinigt, dass ein Jeder einzelne Fächer und möglichst solche Specialitäten zu bearbeiten übernahm, worin er vorzugsweise gewirkt und Erfahrungen gesammelt hat. Ausserdem hatten jahrelange Vorarbeiten den Herausgeber in den Stand

gesetzt, ziemlich vollständige Verzeichnisse der Zeitschriften-Literatur der einzelnen Fächer den verschiedenen Mitarbeitern zustellen zu können, damit alle wesentlichen Constructionen und Einrichtungen des Eisenbahn-Baues und -Betriebes in dem Buche möglichst Berücksichtigung finden sollten.

Dieses Werk soll in 4 Bänden den Eisenbahnbau, Eisenbahn-Wagenbau, Locomotivbau und die Technik des Eisenbahn-Betriebes umfassen. Von dem Unterbau wurde nur dasjenige behandelt, was speciell auf Eisenbahnen Bezug hat, daher die Erdarbeiten im Allgemeinen, Brücken- und Tunnelbau ausgeschlossen blieben.

Aus dem für die Bearbeiter aufgestellten Programm theilen wir Folgendes mit:

1. Das Buch soll ein vollkommen klares Bild von dem jetzigen Stande des Eisenbahnwesens geben und vorzugsweise eine praktische Richtung verfolgen; das Theoretische soll sich auf das Nothwendigste beschränken.

2. Aeltere verlassene Constructionen werden kurz angedeutet und die Ursache angegeben, weshalb sie verlassen wurden.

3. Blosse Projecte oder noch nicht ausgeführte Constructionen sind nicht näher beschrieben und abgebildet, höchstens, wenn Aussicht auf Anwendung vorhanden, auf dieselben kurz verwiesen.

4. Möglichst genaue geschichtliche Nachweise werden in Anmerkungen beigefügt oder die Jahreszahl der Entstehung oder ersten Einführung der Construction bei einer Bahn wird in Klammern bemerkt.

5. Ebenso ist die Quelle, wo der Gegenstand zuerst beschrieben oder aus welcher die Construction entnommen, in der Anmerkung bezeichnet.

6. Am Schlusse jeder Abtheilung oder eines Abschnittes ist die betreffende Literatur alphabetisch geordnet hinzugefügt oder auf dieselbe verwiesen. Hervorragende Artikel und Werke sind durch einen vorgesetzten Stern ausgezeichnet.

7. Die einzelnen Paragraphen der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und die Beschlüsse der Eisenbahn-Techniker-Versammlungen werden an den betreffenden Stellen in hervorragender Schrift angeführt. Auf einheitliche Gestaltung der deutschen Eisenbahnen hinzuarbeiten, soll Haupt-Tendenz des Werkes sein.

8. Beispiele für die einzelnen Constructionen werden möglichst von deutschen Bahnen entnommen und diese Bahnen genannt.

9. Bei den Zeichnungen und Beschreibungen sollen möglichst vollständige und genaue Maassangaben gemacht werden.

10. Als Längenmaass sind das Meter, Kilometer und die deutsche Meile (= 7500 Meter) angenommen, ausnahmsweise ist das rhein. Fussmaass in Klammern neben dem Metermaass beigefügt. Als Gewicht sind das Zoll-Pfund und der Zoll-Centner angenommen.

11. Wenn möglich, werden bei den verschiedenen Constructionen auch die Preise in Thaler und Silbergroschen und je nach der Bedeutung des Objects auch die Preisermittelungen im Detail beigefügt.

12. Von den zahlreichen, zur Erläuterung des Textes beizugebenden Zeichnungen werden die grösseren in möglichst kleinem, jedoch noch hinlänglich deutlichem Maassstabe auf besondere in einem Bande zusammen zu bindende Tafeln, die eine Bildfläche entweder von 22×14 Centimeter oder bei einer Doppeltafel von 32×22 Centimeter Grösse haben.

13. Einzelne kleinere Figuren sollen in Holzschnitt ausgeführt und in den Text eingedruckt werden.

14. Im Text wird das Wesentliche in grösserer Schrift hervorgehoben, und geschichtliche Nachweise, die Literatur, Detail-Constructionen und Preisermittelungen werden in kleinerer Schrift abgedruckt.

15. Hinsichtlich der im 4. Bande zu behandelnden Werkstätte-Einrichtungen wurde der Grundsatz angenommen, dass alle in den gewöhnlichen Maschinenfabriken angewandten bekannten Hülfsmaschinen und Werkzeuge nicht weiter berücksichtigt, dagegen diejenigen Maschinen und Geräthe, welche speciell zur Bearbeitung von Eisenbahn-Betriebsmitteln und Gegenständen dienen, näher erläutert werden sollen.

Ausser diesem Programm wurde für jeden Band aus den betreffenden Mitarbeitern eine Redactions-Commission bestellt, welche für die einheitliche Behandlung des Stoffes und die planmässige Bearbeitung Sorge trägt. Dennoch war es unvermeidlich, dass Unterschiede in der formellen Behandlung, im Styl der einzelnen Capitel vorkamen. Solche Verschiedenheiten treten aber bei einem Handbuch, welches nicht zur ununterbrochenen Lectüre bestimmt ist, ganz in den Hintergrund.

Obwohl für jedes Capitel der ungefähre Umfang des Textes und die Zahl der dazu gehörenden Zeichnungstafeln vorher bestimmt wurde, hielt es schwer, die verschiedenen Ansichten der Mitarbeiter in Betreff des Umfanges ihrer Bearbeitungen auf gleiches Maass zu bringen. Bei einzelnen rechtzeitig eingelieferten Beiträgen konnten in dieser Beziehung noch Aenderungen vorgenommen werden, bei anderen war dies aber nicht mehr möglich, und können erst bei einer zweiten, hoffentlich in kurzer Zeit erforderlich werdenden Auflage weitere derartige Umgestaltungen eintreten.

Ebenso konnte die systematische Reihenfolge der einzelnen Capitel nicht immer genau eingehalten werden, indem öfters einzelne Capitel noch rückständig waren und andere dafür in Satz genommen werden mussten, um keine allzu grossen Störungen im Druck zu veranlassen.

Die grössten Schwierigkeiten veranlasste überhaupt die rechtzeitige Beschaffung der Beiträge, namentlich von den durch ihre dienstliche Stellung meist sehr in Anspruch genommenen Mitarbeitern, welche Bau- und Betriebsbeamte sind. Aus diesem Grunde musste vor Beendigung des I. Bandes die Ausgabe des II. Bandes 1. Hälfte erfolgen und blos aus diesem Grunde wird es leider nicht möglich, das Werk in der Anfangs festgesetzten Zeit von 2 Jahren vollständig zu liefern, vielmehr wird hierzu die doppelte Zeit erforderlich werden.

Was nun die einzelnen Capitel des vorliegenden Bandes betrifft, so war in Betreff des II. Capitels von verschiedenen Seiten der Wunsch ausgesprochen, dass eine eingehendere Schilderung der Tracirungsarbeiten aufgenommen werden möchte; da jedoch die Festlegung der Eisenbahnlinien auf die Kenntniss der gesammten Bau- und Betriebseinrichtungen sich stützt, so scheint es uns am zweckmässigsten, das Weitere über Traciren am Schlusse des Werkes oder in einem selbständigen Anhange zu bringen.

Bei dem III. Capitel wurde in einer Besprechung des ersten Halbbandes in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure uns bemerkbar gemacht, dass die kurze Abhandlung über Herstellung des Erdkörpers mit demselben Rechte wie der Brückenbau und Tunnelbau hätte fehlen dürfen, da der Erdbau eine selbst-

ständige, umfangreiche Wissenschaft geworden. Wir haben deshalb auch die Ausführung der eigentlichen Erdarbeiten nicht mit aufgenommen, glauben aber, dass das im III. Capitel Mitgetheilte über Querprofile, Kronenbreiten, Bankette, Befestigung der Böschungen, Entwässerung des Planums etc., welche Gegenstände speciell nur beim Eisenbahnbau vorkommen, auch in einem Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik nicht fehlen dürfen.

Für die Bearbeitung des XIII. Capitels ist die Anschauung maassgebend gewesen, dass es jetzt nicht an der Zeit sein dürfte, die eine oder die andere Anordnung der Bahnhofsanlagen als besonders zweckmässig darzustellen und dieselben specieller zu erörtern als dies geschehen, weil durch den in den letzten Jahren so ausserordentlich gesteigerten Verkehr eine durchgängige Umgestaltung dieses Theiles der Eisenbahnen fast allgemein fühlbar geworden, zum Theil sogar schon zur Ausführung gekommen ist. Bei einer späteren Auflage dieses Werkes würden die bei bewährten Anordnungen und Einrichtungen erhaltenen Resultate zweckmässiger besprochen und mitgetheilt werden können.

Für das XIII. und XIV. Capitel über Gesammtanordnung der Bahnhöfe und über Eisenbahn-Hochbauten hatte anfangs noch ein namhafter österreichischer Ingenieur seine Mitwirkung zugesagt; da jedoch die eingelieferte Arbeit desselben nicht dem Programm gemäss ausgeführt war und der Verfasser keine Aenderungen gestattete, mussten diese Theile der beiden zum Theil umfangreichen Capitel die jetzigen Bearbeiter mit übernehmen, wodurch leider wiederum eine Verzögerung eintrat. Dabei war es die Absicht des Verfassers vom XIV. Capitel, den schon bedeutend vermehrten Zeichnungstafeln dieses Capitels noch eine grössere Zahl von Ansichten und Durchschnitten der beschriebenen Eisenbahngebäude zur Verdeutlichung des Textes beizugeben. So erwünscht dies gewiss Vielen gewesen, so musste doch davon Abstand genommen werden, da dieses weniger zur speciellen Eisenbahn-Technik gehört und der vorliegende Band dadurch noch mehr vertheuert worden wäre.

Schliesslich müssen wir noch dankbar anerkennen, dass der Herr Verleger für die Ausstattung des Werkes in vorzüglichster Weise gesorgt und auch bereitwilligst die nöthig gewordene grössere Zahl von Zeichnungen genehmigt hat.

Hannover, im März 1870.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Da vom 1. Bande unseres Handbuchs schon wenige Monate nach ausgegebener Schlusslieferung eine neue Auflage erforderlich wurde, konnten im Allgemeinen keine grossen Aenderungen an den verschiedenen Capiteln vorgenommen werden.

Es wurden indess, soviel es bei der Kürze der Zeit möglich war, verschiedene bewährte neuere Constructionen noch aufgenommen und durch beigefügte Holzschnitte und eine neue Zeichnungstafel erläutert, einzelne Irrthümer und Druckfehler berichtigt, sowie die bei der Besprechung desselben Gegenstandes durch verschiedene Bearbeiter und in verschiedenen Capiteln unvermeidlichen Wiederholungen möglichst beseitigt. Ausserdem erlitten auch mehrere Capitel grössere Umgestaltungen.

Im II. Capitel wurde namentlich der Paragraph über die secundären Bahnen ganz umgearbeitet und die mittlerweile von dem Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen aufgestellten Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen thunlichst berücksichtigt. Ferner wurden diejenigen Paragraphen, welche über den Einfluss der Steigungen und Curven auf den Betrieb handeln, merklich abgekürzt, da dieser Gegenstand, welcher im 1. Band des Handbuchs doch nicht erschöpfend behandelt werden kann, besser hier nur mit wenigen Worten besprochen wird und das Uebrige theils für das letzte Capitel des 4. Bandes, theils für eine ausführliche Abhandlung über Traciren verspart, welche mit dem Erdbau und Tunnelbau in einem besonderen Supplementbande noch zu liefern beabsichtigt wird.

In dem VI. Capitel wurden die in der neuesten Zeit mit verschiedenen verbesserten Laschenconstructionen und deren Befestigungsmittel, sowie mit den verschiedenen ganz eisernen Oberbau-Constructionen gemachten weiteren Erfahrungen nachgetragen.

Ebenso wurde im VIII. Capitel ein neuer Paragraph über das Legen der bewährten Constructionen des ganz eisernen Oberbaues aufgenommen.

Ferner ist das XIII. Capitel, welches wegen der in der ersten Vorrede angeführten Gründe in der ersten Auflage bei sehr beschränkter Zeit zu bearbeiten war, und Wiederholungen aus anderen Capiteln enthielt, deren Beseitigung dem Verfasser erst nach erfolgter Kenntnissnahme der anderen hierauf bezüglichen Capitel möglich wurde, fast ganz umgearbeitet worden, sodass jetzt wohl eine strengere Trennung der verschiedenen Gegenstände und mehr einheitliche Behandlung der verschiedenen Capitel geschaffen worden ist. Auch wurde die obere Hälfte der Tafel XXXIV mit Bahnhof Eydtkuhnen, welcher in neuester Zeit wesentlich und vortheilhaft umgebaut worden ist, neu her-

gestellt. Im Weiteren ist noch zu bemerken, dass der in der ersten Vorrede erwähnte Standpunkt, welcher bei Bearbeitung der ersten Auflage des XIII. Capitels maassgebend gewesen ist, selbstverständlich auch jetzt, nach der schon in so kurzer Zeit nothwendig gewordenen zweiten Auflage dieses Bandes, noch nicht aufgegeben werden konnte.

Auch in dem XVII. Capitel wurden einige Aenderungen vorgenommen, diese erstrecken sich vorzugsweise auf die numerischen Resultate, indem der Verfasser jetzt andere Coëfficienten für die Widerstände auf Eisenbahnen eingeführt hat, wie solche nach den neuesten Versuchen, als dem jetzigen Zustande unserer Bahnen entsprechend, sich herausgestellt haben. In Folge dessen musste auch der Holzschnitt Fig. 1 auf p. 692 neu hergestellt werden. Dann wurde diesem Capitel ein neuer Paragraph für die Zahnstangenbahnen mit einer neuen Zeichnungstafel, die Constructionen der Rigibahn enthaltend, hinzugefügt.

Ausserdem wurden bei den häufig citirten und in fetter Schrift angeführten Paragraphen der »Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen« die in neuester Zeit von der technischen Commission des Vereins vorgeschlagenen Veränderungen in Anmerkungen aufgenommen und die neue Reihenfolge dieser Paragraphen durch eingeklammerte (demnächst § . . .) beigefügt, obwohl diese Aenderungen erst der Genehmigung der V. allgemeinen Eisenbahn-Techniker-Versammlung bedürfen, die im September 1870 in Hamburg abgehalten werden sollte, wegen des deutsch-französischen Kriegs aber vertagt werden musste.

Hannover, im Februar 1871.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Vorrede zur dritten Auflage.

Bei der seit einem Jahre nöthig gewordenen dritten Auflage des 1. Bandes unseres Handbuchs wurden alle Capitel von den Verfassern genau revidirt, zeitgemäss vervollständigt und ergänzt, sodass alle neueren Fortschritte und Verbesserungen im Eisenbahnbau berücksichtigt und nachgetragen werden konnten. Gleichzeitig wurden die im Juni 1871 von der Techniker-Versammlung in Hamburg neu redigirten »Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungan«, sowie die 1872 von der Technischen Commission des deutschen Eisenbahn-Vereins neu bearbeiteten »Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen« geeigneten Orts angeführt, resp. an den veränderten Stellen und Paragraphen berichtigt.

Ausserdem wurden grössere Umarbeitungen an folgenden Capiteln vorgenommen:

Beim III. Capitel ist in Folge der neuesten Redaction der Technischen Vereinbarungen über Kronenbreite eine Umarbeitung des § 1 über Querprofile der Auf- und Abträge nöthig geworden, was auch eine Aenderung der Tafel III in Fig. 1 und 9 bedingte.

In dem VI. Capitel wurden 12 neue Holzschnitte mit den neuesten Verbesserungen in der Schienenbefestigung, den Laschenconstructionen und dem ganz eisernen Oberbau zugefügt, sowie die Literatur vervollständigt und besser geordnet.

Eine grössere Umgestaltung hat das VII. Capitel erfahren, indem Professor Dr. E. Winkler eine Umarbeitung in ähnlicher Weise, wie die Festigkeitstheorie der Schienen im 1. Heft seiner Vorträge über Eisenbahnbau 2. Auflage XVII. Capitel behandelt, für nöthig hielt, wobei eine neue Berechnungsart der Querschnittfläche der Schienen und verschiedene neue Paragraphen über Bruchfestigkeit zusammengesetzter Schienen, über Kräfte, welche auf die Befestigungsmittel wirken, über die Haltkraft der Nägel und Nagelbefestigungen hinzugefügt, auch die früheren Holzschnitte beseitigt und 3 neue Figuren beigegeben wurden.

Nicht minder ist auch das IX. Capitel erheblich erweitert und zum Theil umgearbeitet, nachdem es durch Verdoppelung der Anzahl der beigegebenen Zeichnungstafeln möglich geworden war, verschiedene früher nicht berücksichtigte Constructionen, namentlich auch die neueren Anordnungen der Ausweichungen und Gleiskreuzungen des Baumeisters Abresch auf der Cöln-Mindener Bahn vorzuführen und zu besprechen.

Das X. Capitel wurde durch 3 neue Holzschnittfiguren mit neuen Constructionen von Durchlässen und Zugbarrièren vermehrt.

Bei dem XIII. Capitel sind auf 5 Tafeln hin und wieder Vervollständigungen der inzwischen auf mehreren Bahnhöfen umgestalteten Gleisspuren und in der Situation der Bahnhofsgebäude eingetreten, sowie verschiedene zeitgemässe Veränderungen, beziehungsweise Zusätze am Text vorgenommen.

Zu dem XIV. Capitel wurden in die Tabelle der Flächeninhalte verschiedener Stationsgebäude 3 neue grössere Stationen nachgetragen, sowie 7 neue Holzschnitte mit verbesserten Constructionen von Einsteighallen, Güterschuppen, Locomotivremisen und Retiraden-Gebäuden hinzugefügt.

Verschiedene Formeln und Tabellen des XV. Capitels, die bei den früheren Auflagen in Fussmaassen lauteten, wurden in metrischen Bezeichnungen ausgedrückt.

Bei dem XVII. und XVIII. Capitel wurden ausser einigen Zusätzen und Redactionsänderungen die neueren Erfahrungen über Zahnstangenbahnen und über die Eisenbahnschiffbrücke bei Maxau nachgetragen. —

Der Druck der dritten Auflage konnte ebenso wie die seit 1 Jahre unter der Presse befindliche 2. Auflage des 2. Bandes wegen des seit längerer Zeit bestehenden Strikes der Buchdruckergehülfen leider nur sehr langsam gefördert werden.

Hannover, im März 1873.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Vorrede zur vierten Auflage.

Die vorliegende, längst erforderlich gewordene vierte Auflage des 1. Bandes unseres Handbuchs hat zu ihrer Herstellung den langen Zeitraum von 1¼ Jahren in Anspruch genommen, da viele Capitel ganz umgearbeitet und mit zahlreichen Zusätzen vermehrt werden mussten, um dem gegenwärtigen Standpuncte des Eisenbahnbaues zu entsprechen. Zu dem Zweck wurden auch die Ende Juni 1876 von der Eisenbahn-Techniker-Versammlung zu Constanz neu redigirten Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen geeigneten Orts angeführt, beziehungsweise an den veränderten Stellen und Paragraphen berichtigt.

Ferner wurden die auf Secundärbahnen Bezug habenden Mittheilungen und Paragraphen aus dem vorliegenden Bande beseitigt, da der 5. Band unseres Handbuchs den Bau und Betrieb der Secundär- und Tertiärbahnen speciell behandelt; letzterer ist zum Theil schon erschienen und wird in nächster Zeit vollendet werden.

Grössere Umarbeitungen haben besonders folgende Capitel erfahren:

Beim II. Capitel wurden neben den auch in früheren Auflagen gelieferten Tracirungselementen*) 10 neue Paragraphen aufgenommen und darin speciell behandelt: die Grundformen und Längendimensionen der Eisenbahnfahrzeuge, die Eigenthümlichkeiten der Locomotiven, die Wechselwirkung zwischen den Eisenbahnfahrzeugen und den Bahnanlagen, die Stellung der Fahrzeuge in den Curven, auch Geschichtliches über die Radien der Bahncurven und der Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen, nebst Grundlagen für die Bestimmung derselben, sowie Ermittelung der Minimalradien und Normalradien, der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit, der Terrainverhältnisse und der Länge der Curven auf die Bestimmung der Radien derselben, Einfluss der Zugwiderstände auf die Steigungsverhältnisse etc.; 3 neue Zeichnungstafeln und 7 neue Holzschnittfiguren wurden beigefügt.

---

*) Die Tracirung selbst ist in dem so eben erschienenen und nach denselben Grundsätzen bearbeiteten 1. Bande des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften im I. Capitel »Vorarbeiten« ausführlich behandelt worden.

Bei Capitel III sind 3 Querschnittsprofile verschiedener neuer Bahnen in Holzschnitten mitgetheilt und verschiedene Ergänzungen und Berichtigungen vorgenommen.

Das IV. Capitel hat in dem 1. Paragraphen über Umwandlung von Roheisen in Schmiedeeisen und Stahl verschiedene Ergänzungen und Vervollständigungen erfahren, ebenso auch bei der Beschreibung des Martin- und Bessemer-Processes und in verschiedenen Bedingnissheften.

Bei dem V. Capitel wurden die neuesten Ergebnisse der Erfahrungen mit den verschiedenen Imprägnirungsmethoden mitgetheilt.

Die von dem Herausgeber früher bearbeiteten Capitel VI und X (Eisenbahn-Oberbau und Uebergangswerke nebst Verschlussvorrichtungen) konnten zu seinem Bedauern diesmal nicht von ihm selbst umgearbeitet werden, da andere neue literarische Arbeiten seine ganze Zeit in Anspruch nahmen; es hat deshalb diese Umarbeitungen Herr Civilingenieur Georg Osthoff in Hannover übernommen.

In dem VI. Capitel wurden namentlich die neuesten Erfahrungen mit dem Hilf'schen eisernen Oberbau, ferner die neuen eisernen Oberbau-Constructionen von Lazar, Hohenegger und Heusinger von Waldegg mitgetheilt, auch eine neue Zeichnungstafel mit diesen Constructionen und verschiedenen neuen Winkellaschen beigefügt.

Das VII. Capitel hat 2 neue Paragraphen (Berücksichtigung der Abnutzung bei der Berechnung der Tragfähigkeit und Theorie der Querschwellensysteme) erhalten, und wurde die Theorie der Langschwellensysteme durch eine vergleichende Tabelle vervollständigt.

Beim VIII. Capitel sind namentlich die neueren Erfahrungen beim Legen des Hilf'schen eisernen Oberbaues und dessen Kosten mitgetheilt und verschiedene andere Erfahrungen nachgetragen.

Das IX. Capitel wurde durch 9 neue Holzschnittfiguren, namentlich in Betreff von Sicherheitsvorrichtungen an Weichen vermehrt, und enthält ausserdem zahlreiche Verbesserungen und Ergänzungen.

Das X. Capitel ist insbesonders durch die Beschreibungen und Abbildungen der neuen Constructionen von Drahtzugbarrièren nach System Thomas, Röckl, Wilke, Barth, Büsing, Scheffler, Eichhorn, Trouchon und der Pilsen-Priesen-Komotauer Eisenbahn, sowie durch 2 neue Zeichnungstafeln und 2 Holzschnittfiguren vermehrt.

Das XI., früher von Herrn Geh. Regierungsrath von Kaven bearbeitete Capitel wurde ebenfalls, wegen dessen Verhinderung, Herrn Civilingenieur Georg Osthoff in Hannover zur Bearbeitung übertragen, welcher

dieses Capitel durch verschiedene theoretische Abhandlungen über Construction hölzerner und eiserner Brückenträger, deren Fahrbahn, Stärke der Brückenpfeiler, Vergleichung der Construction für Brückthore und Wegbrücken aus verschiedenem Material, Preisangaben und Material-Bedarf und 23 neue Holzschnittfiguren vermehrt hat. Es wird noch auf Wunsch des Herrn Geh. Regierungsraths von Kaven hier bemerkt, dass die Ergänzungen dieses Capitels, namentlich die §§ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13e, 16 und 17, ausschliesslich und selbstständig von Herrn G. Osthoff bearbeitet wurden.

Bei dem XII. Capitel wurden Zeichnungen und Beschreibung von 4 verschiedenen neuen Drehscheiben-Constructionen, eine Dampfschiebebühne unter Zufügung einer neuen Tafel mitgetheilt.

Das XIII. Capitel hat verschiedene Ergänzungen und Bemerkungen über neuere Bahnhofsanlagen, sowie die Beschreibung und Zeichnung des Central-Güter- und Rangir-Bahnhofs St. Gereon zu Köln und eine neue Holzschnittfigur erhalten.

Ebenso wurden beim XIV. Capitel verschiedene zeitgemässe Veränderungen und Zusätze im Text vorgenommen, die Beschreibung und Zeichnung des Central-Güterschuppens St. Gereon in Köln und eine neue Holzschnittfigur hinzugefügt.

Da die eisernen Dachconstructionen bei Eisenbahnen immer mehr Anwendung finden und für Einsteighallen, Perrondächer, Locomotiv- und Waaren-Schuppen von grosser Bedeutung sind, so wurde es für zweckmässig erachtet, ein besonderes neues Capitel (XV), Berechnung eiserner Dächer, hinzuzufügen, welches Herr Abtheilungs-Baumeister Wilcke in Melsungen bearbeitet hat und durch 2 Zeichnungstafeln und 29 Holzschnitte illustrirt ist.

Das XVI. Capitel wurde durch Mittheilung der neueren Methoden zum Reinigen des Speisewassers nach de Haen und Bérenger mit 2 Holzschnittfiguren vermehrt.

Endlich sind bei dem XVIII. Capitel unter »Pneumatischen Bahnen« die neuesten Einrichtungen der sogen. Rohrpost beschrieben und durch einen Holzschnitt erläutert, dagegen die Zahnstangen-Bahnen als in den 5. Band gehörig beseitigt.

Hannover, im October 1877.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Capitel.

Einleitung.

Bearbeitet von M. M. von Weber, früher Staatseisenbahn-Director in Dresden, jetzt k. k. Hofrath im Handelsministerium in Wien.

II. Capitel.

Voruntersuchungen. Verschiedene Arten von Eisenbahnen. Eigenthümlichkeit der Eisenbahnfahrzeuge. Wechselwirkung zwischen denselben und dem Bahnbau. Spurweite. Normalprofil des lichten Raumes. Krümmungshalbmesser der Bahncurven. Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen.

Bearbeitet von Ed. Sonne, Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu Taf. I, I[a] und II und 8 Figuren in Holzschnitt.)

III. Capitel.

Herstellung der Erdkörper.

Bearbeitet von Gustav Meyer, Eisenbahn-Bau-Inspector in Berlin.

(Hierzu Taf. III und IV und 18 Figuren in Holzschnitt.)

IV. Capitel.

Material und Fabrikation der Schienen. Probiren und Abnahme der Schienen.

Bearbeitet von Rud. Paulus, Oberingenieur in Stuttgart.

(Hierzu Taf. V bis IX und 7 Figuren in Holzschnitt.)

V. Capitel.

Conserviren der Schwellen.

Bearbeitet von R. Baumeister, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu Taf. X.)

VI. Capitel.

Eisenbahn-Oberbau.

Bearbeitet von E. Heusinger von Waldegg, Oberingenieur in Hannover.

In 4. Auflage bearbeitet von Georg Osthoff, Civilingenieur und Assistent der Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum in Hannover.

(Hierzu Taf. XI bis XV und 36 Figuren in Holzschnitt.)

VII. Capitel.

Festigkeitstheorie der Schienen.

Bearbeitet von Dr. E. Winkler, Professor des Eisenbahn- und Brückenbaues an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Hierzu Taf. XVI und XVII und 3 Figuren in Holzschnitt.)

VIII. Capitel.

Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbau-Geräthe.

Bearbeitung von Baurath Ed. Sonne, Professor am Polytechnikum in Darmstadt.
(Hierzu Taf. XVIII und 2 Figuren in Holzschnitt.)

IX. Capitel.

Ausweichungen und Gleiskreuzungen.

Bearbeitet von Baurath Ed. Sonne, Professor am Polytechnikum in Darmstadt.
(Hierzu Taf. XIX bis XXII und 23 Figuren in Holzschnitt.)

X. Capitel.

Uebergangswerke (Bahnübergänge im Niveau, Verschlussvorrichtungen). Abtheilungszeichen. Einfriedigungen der Bahnlinie.

Bearbeitet von Edm. Heusinger von Waldegg, Oberingenieur in Hannover.

In 4. Auflage bearbeitet von Georg Osthoff, Civilingenieur und Assistent der Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum zu Hannover.

(Hierzu Taf. XXIII bis XXVIII und 44 Figuren in Holzschnitt.)

XI. Capitel.

Construction von Wegbrücken über der Bahn, und Brückthoren unter der Bahn.

Bearbeitet von von Kaven, Geh. Reg.-Rath, Director der polytechnischen Schule in Aachen.

In 4. Auflage bearbeitet von Georg Osthoff, Civilingenieur und Assistent der Ingenieur-Wissenschaften an der Polytechnischen Schule in Hannover.

(Hierzu Taf. XXIX und XXX und 35 Figuren in Holzschnitt.)

XII. Capitel.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

Bearbeitet von D. W. Fränkel, Professor an der polytechnischen Schule in Dresden.

(Hierzu Taf. XXXI bis XXXIV und 11 Figuren in Holzschnitt.)

Drehscheiben.

Schiebebühnen.

XIII. Capitel.

Gesammtanordnung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von W. Streckert, Geh. Reg.-Rath und vortragendem Rath im Reichs-Eisenbahn-Amt zu Berlin.

(Hierzu Taf. XXXV bis XLI und 13 Figuren in Holzschnitt.)

XIV. Capitel.

Die Eisenbahn-Hochbauten auf den Bahnhöfen und ausserhalb derselben.

Bearbeitet von J. Rasch, Königl. Regierungs- und Baurath in Berlin.

(Hierzu die Taf. XLII bis LII und 81 Figuren in Holzschnitt.)

I. Empfangsgebäude.

II. Perronüberdachungen.

III. Personenhallen.

IV. Güterschuppen.

XV. Capitel.

Berechnung eiserner Dächer.

Bearbeitet von C. Wilcke, Abtheilungs-Baumeister in Melsungen.

(Hierzu Tafel LIII und LIV und 29 Figuren in Holzschnitt.)

XVI. Capitel.

Construction der mechanischen Anlagen für Wasserstationen.

Bearbeitet von Georg Meyer, Königl. Maschinenmeister der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin.

(Hierzu die Taf. LV und LVI und 2 Figuren in Holzschnitt.)

XVII. Capitel.

Wege, Entwässerung und Einfriedigung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von Ed. Sonne, Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu die Taf. LVII und 8 Figuren in Holzschnitt.)

XVIII. Capitel.

Aussergewöhnliche Eisenbahnsysteme.

Atmosphärische und pneumatische Bahnen, Seilebenen, Agudio's System.

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Taf. LVIII bis LX und 10 Figuren in Holzschnitt.)

XIX. Capitel.

Eisenbahnfähren und Eisenbahnschiffbrücken.

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Taf. LXI und LXII.)

I. Capitel.

Einleitung.

Bearbeitet von

M. M. von Weber,

früher Staatseisenbahn-Director in Dresden, jetzt k. k. Hofrath a. D. in Wien.

---

§ 1. Geschichtliches über die ältesten Spurbahnen. — Die zukünftige Geschichtsschreibung, welche die Historie des Menschengeschlechts nicht mehr als eine Folge von Handlungen der brutalen Gewalt, sondern als eine Reihe von Consequenzen der guten Thaten des Menschengeistes zu schildern hat, wird ihre Erzählung aus allen Bereichen der menschlichen Thätigkeit, wie an einen unzerreissbaren Faden, an die Geschichte des Verkehrs zu knüpfen haben, da durch diesen erst der Mensch zum Culturwesen wird.

Der ganze Bereich dieser Geschichte des Verkehrs muss für diese Geschichtsschreibung der Zukunft in zwei grosse Perioden zerfallen: die der Zeit vor der willkührlichen Bewegung durch unorganische Kraft, zu Wasser und zu Lande, und die nach derselben. Der erstbezeichneten Periode gehört der ganze, circa 6000 Jahre umfassende Raum unsrer sogenannten historischen Zeit bis zur Erfindung der Locomotion durch Dampfkraft an, an der Schwelle der zweiten stehen wir seit noch nicht zwei Menschenaltern und schon haben wir in dieser Spanne von Zeit mehr Schritte nach den Zielen der Freiheit und der Humanität hin geschehen sehen, als in irgend einem vorhergehenden Jahrhunderte, das der Erfindung der Buchdruckerkunst ausgenommen.

So lange das Leben des Verkehrs sich der gequälten Kraft des animalischen Wesens zu seinen Hauptbewegungen bedienen musste, war das Maass der Schnelligkeit und Ausdauer derselben an das Maass dieser Kraft gebunden, der Sclavendienst des freigebornen Geschöpfes konnte nicht zur vollen Freiheit des Menschenverkehrs führen.

Mit der Dienstbarmachung der Dampfkraft wurde der Menschheit das neue Organ gegeben, das sie zur Erreichung des nächsten Stadiums ihrer Entwickelung bedurfte, und die Eisenbahn mit ihren pfeilschnellen Wanderungen hochgebildeter Völkermassen ist ebenso prägnant der Ausdruck des Gesammtlebens unsrer Culturperiode, wie die Inkapfade, auf denen nur der Fuss des Palankinträgers, des Königsboten und der Infanterie schreiten konnte, das Bild jener wunderbaren südamerikanischen Despoten-Halb-Civilisation sind; wie das die Welt überspinnende Netz der Römerstrassen den unermesslichen Einfluss des grössten Volkes aller Zeiten in den sprechendsten Zügen darstellt.

Nicht mit Erfindung der ebenen Bahn, die unsrer Zeit nicht angehört, trat daher die weltgestaltende Macht der Eisenbahn auf den Schauplatz der Geschichte, sondern mit der Entdeckung und Dienstbarmachung der neuen Kraft, deren Wesen man bis dahin kaum geahnt, die man nur spielend, unentwickelt und unnachhaltig nutzbar gemacht hatte.

Die Geschichte der Eisenbahn beginnt daher nicht mit der jener Spurbahnen in Bergwerken und im Dienste derselben, deren Ursprung ein dunkler ist, sondern mit Einführung der Dampfkraft der Locomotive auf denselben, und zwar wieder nicht jene langsamen, schwerfälligen Remorqueure, die Kohlenzüge zu Berg schleppten, sondern der schnellen Locomotive Stephenson's, durch die, wie durch einen Zauberschlag, das Eisenbahnwesen die Fähigkeit zur Erfüllung seiner grossen Mission empfing. Mit grösserer Bestimmtheit als bei irgend einer andern gleichwerthigen Erfindung kann man für das Eisenbahnwesen den Tag seiner Geburt bezeichnen. Es ist dies kein andrer, als der jenes weltberühmten Wettfahrens der vier Locomotiven auf der ebenen Linie bei Rainhill: der 6. Oct. 1829.

Die Spurbahn ist uralt. Die Tempelstrassen der Griechen, auf denen mit Götterbildern und Laubwerk hoch aufgebaute Opferfuhrwerke sich bewegten [1]), waren sorgfältig in Stein ausgehauene Spurstrassen. [2]) Die Begriffe Spur und Strasse waren bei den Griechen so eng verbunden, dass sie sich nicht einmal die Sonnenbahn im Aether ohne erstere denken konnten. [3])

Die griechische Spurstrasse entbehrte sogar der Ausweichgleise nicht, deren Name ἐκτροπή die treue Uebersetzung unseres Wortes »Weiche« ist. [4]) Auch hielten die Priester, um den weitesten Verkehr ihrer heiligen Wagen möglich zu machen, streng auf gleichmässige Durchführung der Spurweiten, die sich jetzt noch an allen erhaltenen Gleisen sehr constant zu 5 Fuss 4 Zoll englisch nachweisen lässt. In den späteren Perioden des classischen Zeitalters verschwindet die Spurbahn, um in den Händen der Römer der ebenen, für den Marsch des Fussvolks und der Reiterei construirten Heerstrasse Platz zu machen, obwohl die tiefen Spuren, welche die Plattentäfelung der Strassen von Pompeji zeigt, nicht zufällig entstanden zu sein scheinen.

Das Netz der römischen Strassen, das in unermesslicher Ausdehnung die Weltstrecken zwischen der Mündung des Euphrat, dem Kaukasus, den Karpathen, der Donau und dem Rhein, nördlich bis hinauf an die Grenzen Schottlands, westlich bis zum atlantischen Ocean, südlich bis an den Atlas und das Mondgebirge bedeckt und von dessen planvoller Anlage und dichter Maschenfügung das Itinerarium des Kaisers Antonin und die Peutinger'sche Tafel ein so anschauliches und treues Bild entwerfen, war in seinen Haupttracten als Pfad für das weltbezwingende Heer angelegt, das sich selbst aber nichts angelegener sein liess, als, sofort nach der Eroberung jeder Provinz, seinen Märschen den Bau einer Strasse, zur sichern Verbindung mit der Heimath, folgen zu lassen. Erst die später angelegten Strassen der Römer waren Handelsstrassen.

Es ist wenig bekannt, in wie vollem Maasse der grosse Blick der römischen Staatsmänner die Bedeutung des Strassenwesens für den Zusammenhalt des Regiments der Welt erfasste. Die neuesten Forschungen haben dargethan, dass die römischen Strassen Südeuropa, bis zu Donau und Main hinauf, weit dichter bedeckten, als jetzt noch die Eisenbahnen.

1) Strabo 657.
2) Mure, Journal of a tour in Greece Vol. II. pag. 251.
3) Curtius, Wegbau der Griechen.
4) Pelop. II, 289.

Wie schon erwähnt vertrugen sich die Zwecke dieser gewaltigen und wie für die Ewigkeit gebauten Strassen nicht mit dem System der Spurwege, das während voller anderthalb Jahrtausend aus der Geschichte des Verkehrs verschwunden scheint, bis die Spurfurchen in dem Plattenpflaster einiger mittelalterlichen Städte, worunter vornehmlich Mailand zu nennen ist, auf eine sehr locale Wiederanwendung desselben im Beginn des zwölften Jahrhunderts unsrer Zeitrechnung hindeuten.

§ 2. Die Holzbahnen in den Bergwerken am Harz und in England. — Von da ab erscheint die Spurstrasse erst in ganz andrer Gestalt in den alten Gruben im Harz und in England wieder.

Die Gradführung von behauenen Baumstämmen, zwischen denen sich die erzbeladenen Kübel nach der Schachtmündung emporhoben, verwandelt sich in den geneigten und horizontalen Strecken der Gruben in Bahnen, auf denen mit Rädern versehene Kasten beladen zu Thal — zu Berg von Pferden gezogen oder von Menschen geschoben — rollten. Aber die Spurbahnen unter freiem Himmel sind in ihren Anfängen nicht blos Erstreckungen dieser Grubenbahnen aus den Gruben hinaus, sondern sie entstanden, unabhängig davon, durch einen gesonderten Erfindungsact bei Aufbesserung grundloser Wegstellen durch darüber gelegte Bohlen und Balken. Die Bequemlichkeit und Leichtigkeit, mit der sich auf solchen, vorher fast unpassirbaren Strecken nun die Fuhrwerke bewegten, die sich mühselig auf den regellosen Strassen des Mittelalters fortgequält hatten, veranlasste zur Ausdehnung dieser Bohlenbahnen, die sich zunächst ganz specifisch von den Grubenbahnen dadurch unterschieden, dass dieselben mit den gewöhnlichen Vehikeln der Landstrasse befahren werden konnten, während auf den Grubenbahnen sich, von allem Anfang an, Karren mit Rädern bewegten, welche mit Spurkränzen versehen waren.

Der Kohlenverbrauch in England hatte zu Anfang des 17. Jahrhunderts einen ungeahnten Aufschwung genommen; in den Kohlendistricten der nördlichen Grafschaften mussten sich grosse Massen dieses Brennstoffes von den Gruben nach der See und den Industrieanlagen hin bewegen. Eigentlicher Strassenbau existirte in England bis zum Jahre 1745 nicht, wo General Wade mit Waffengewalt die Aufbesserung der Wege für sein Heer erzwang, hatte doch selbst die Nachricht von dem Tode der Königin Elisabeth die Zeit vom 24. bis zum 27. März 1603 gebraucht, um von London nach York zu gelangen. [5])

Erst 1763, also vor wenig mehr als einem Jahrhundert, wurden die ersten Zollstellen zur regelmässigen Unterhaltung der Strassen errichtet. So wurde die Spurbahn eine nothwendige Consequenz des Bedürfnisses der Zeit in dem industriellen Theile des englischen Reichs und wir finden die ersten sicheren Andeutungen vom Gebrauche von Bohlenbahnen, auf denen sich die Kohlenkarren der Fuhrleute über Land bewegten, in der Zeit zwischen 1620 und 1628 in der Nähe von Newcastle, während ein zuverlässiger Geschichtsschreiber uns erzählt, dass ungefähr 18 Jahre vorher, wo dies Zeitbedürfniss noch nicht so drängend aufgetreten war, ein Mr. Beaumont versucht habe, hölzerne Bahnen von den Gruben nach der See anzulegen, und darüber arm geworden sei. Diese ersten Spurbahnen bestanden aus Bohlen, die man, auf Querhölzern festgenagelt, in bestimmter Entfernung hielt, und auf deren ebenen Oberflächen die Räder des gewöhnlichen Landfuhrwerks rollten, das von diesem bequemen Pfade nach Bedürfniss ohne Weiteres abbog, wenn das Begegnen dies erforderlich machte.

Bald zeigte es sich indess, dass die Abnutzung dieser kostspieligen Hölzer eine so bedeutende sei, dass es vortheilhaft erschien, dieselben mit schwächeren Bohlen zu

5) F. Williams, Our Iron Roads p. 2.

bedecken, die dann mit wenigen Kosten durch neue ersetzt werden konnten. Diese Form der Spurbahn blieb in Northumberland, Durham und andern Grafschaften Nordenglands mehr als ein volles Jahrhundert hindurch unverändert in Gebrauch, nur fügte man den Bohlen, um die Wagen bequem auf ihrer Oberfläche halten zu können, auf der Innenseite Ränder an, und benagelte diese sowohl, als die Bahn selbst in starken Krümmungen hie und da mit Streifen von Bandeisen, ohne damit etwas Anderes als grössere Dauerhaftigkeit der Tragschwellen zu bezwecken. Auf dieser Holzbahn bewegt ein Pferd eine Last von ungefähr 42 bis höchstens 50 Centnern netto. Die Last-Bewegungsfähigkeit der animalischen Kraft war daher durch diese Holzbahn gegen die damaligen Wege auf mehr als das Vierfache gesteigert. Die Waggons oder »Waynes«, wie sie damals hiessen, waren so construirt, dass sie immer eine Pferdeladung Kohlen enthielten.

Diese verhältnissmässig grosse Belastung der Räder soll auch, nach nicht gut verbürgten Mittheilungen[6]), Ursache des Scheiterns der ersten Verwendung von Gusseisen zu den Spurbahnen gewesen sein, die angeblich um 1738 versucht wurde. Die auf die Langschwelle genagelte schwache Platte von Gusseisen brach unter dieser Last.

Jedenfalls fand man dieselbe auch für die Dauerbarkeit der Holzbahn zu gross und begann um das Jahr 1730 die Kohlentransporte aus Reihen kleiner Fuhrwerke zusammenzusetzen, welche die Last vertheilten.

§ 3. Der Uebergang von der Holzbahn zum gusseisernen Bahnstrang. — Der Zufall beschleunigte den grössten Fortschritt, den die Construction der Spurbahn gemacht hat, die Verwandlung der Holzspur in die eiserne Bahn.

Eine Krise in den Eisenpreisen im Jahre 1767 veranlasste einen der Mitbesitzer der Colebrook Dale-Eisenwerke, Mr. Reynolds, zu dem Vorschlage, den Eisengänzen, die, um die Hochöfen in Gang zu erhalten, in Vorrath gegossen wurden, die Form von starken oben concaven Platten zu geben und dieselben einstweilen an Stelle der unablässig zerstörten Langschwellen in die Spurbahnen zu legen, welche die grossen Productionsmassen des Werkes verführten. Nichts konnte ja bei etwaigem Steigen der Preise, von der Verwerthung dieser Platten abhalten. [7])

Die erste solche Schiene wurde am 18. November 1767 gegossen und noch im selben Jahre gelegt. Aber diese neue Bahn zeigte sich so vortheilhaft, so wohlfeil, trotz ihres hohen Preises, dass sie nicht allein unberührt liegen blieb, sondern dass der Ersatz der alten Holzschwellen durch Eisenplatten auf allen in der Nähe von Colebrook Dale gelegenen Spurbahnen sich sehr schnell ausbreitete.

Die Form dieser Colebrook Dale-Schienen wurde von vielen Technikern noch lange andern vorgezogen, und erhielt im Jahre 1803 durch Woodhouse eine verbesserte Construction von Kastenform, in welcher sie direct auf den Boden in die Strassenoberfläche gelegt wurden, so die ersten Anfänge des ganz eisernen Eisenbahn-Oberbaues andeutend.

Benj. Curr war es, der im Jahre 1776 auf der Bahn der Sheffield-Kohlenwerke die erste Bahn mit gusseisernen Schienen ausführte, welche die Fuhrwerke in der gegebenen Spur fixirte. Es geschah dies durch das Angiessen eines Randes an die Aussenseite der Schienen. Von dieser primitiven Construction rührt sonderbarer Weise das eigenthümliche Maass der Spurweiten der europäischen Bahnen her, indem sie die Gewohnheit herbeiführte, die Spur von Aussenkante zu Aussenkante der

[6]) Transactions of the Highland Society vol. VI, p. 7.

[7]) Francis, History of the English Railroad I, p. 47.

Schienen zu messen. Da nun die engliche Strassenwagenspur 5 Fuss betrug, so führte sich dies Maass auch später auf die Schienen mit flachem Kopfe über, so dass sich als Lichtmaass zwischen denselben 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll ergab, welches das allgemein gebräuchliche blieb. Bis zum Jahre 1793 scheint das System der Langträger bei Construction der Spurbahnen das fast ausschliessiiche gewesen zu sein. Um diese Zeit befreite sich die Spurbahn-Technik von dieser Einschränkung. Ch. Outram versah die 3 Fuss lang gegossenen Schienenstücke nach unten mit einer Rippe, so dass er sie frei auf 3 Fuss von einander entferntliegende Steinblöcke aufdübeln konnte. Das Spurgleis hatte damit einen eminenten Schritt nach der Dauerhaftigkeit hin vorwärts gethan, während ein gleich bedeutungsvoller in Bezug auf Abminderung der Widerstände geschah, indem man die in Gruben schon längst benutzte Schiene mit hohem Profil und ebener Oberfläche auch auf den grösseren Gleisstrecken im Freien verwandte, dieselbe mittelst gusseiserner Stühlchen auf der Unterlage befestigte, und vom Gebrauch gewöhnlicher Strassenfuhrwerke auf der Spurbahn absehend, dieselbe mit Karren betrieb, deren Räder durch Spurkränze auf dem Gleise gehalten wurden. Solche Gleise und Wagen finden wir zuerst im Grossen auf Bahnen angewendet, welche die Producte der grössten Schieferbrüche der Welt bei Penrhyn nach dem kleinen Hafen von Bangor schafften. Der Raum verbietet es hier auf die fast unzähligen Modificationen einzugehen, welche das Gleis mit gusseisernen Schienen in Bezug auf Querschnittsform der Schienen, Construction der Unterlagen und Befestigungsmittel im Laufe der Zeit unter dem Anwachsen des Verkehrs erfuhr, allen blieb die elliptische (fishbeliy = Fischbauch) Form des Trägers, die intermittirende Stützung eigenthümlich und in der ganzen Periode der Gusseisen-Schienen finden wir fast nur Steinwürfel zu den Unterstützungen verwendet, die, überraschend genug, durch keine Verbindungsmittel in der Spur gehalten wurden. Diese wurden auch selbst dann noch von den meisten Technikern für überflüssig gehalten, als die Fahrgeschwindigkeit auf Eisenbahnen eine schon ziemlich beträchtliche war.

§ 4. Die Erfindung und Einführung der Schienenbahn aus Walzeisen. — Den eigentlich letzten grossen Schritt in ihrer Entwickelung bis zu der jetzt noch gebräuchlichen Form that die Construction des Eisenbahn-Oberbaues durch die Erfindung des Schienenwalzens durch John Berkinshaw auf dem Bedlington Eisenwerk bei Durham. Die ersten Schienen von Schmiedeeisen von 15 Fuss Länge und pilzförmigem Querschnitte wurden auf jenem Werke im October des Jahres 1828 gewalzt. Losh, Wilson und Bell gelangten schon im Jahre darauf dahin, durch eine schwierige Fabrikation, der Rippe dieser Schienen jene seltsam missverstandene, von der gusseisernen Bahn herübergenommene Form zu geben, nach der man sie, wie oben erwähnt, Fischbauchschiene nannte, und die bis zur Mitte der vierziger Jahre, und somit viel länger im Gebrauch geblieben ist, als für die Ehre der wissenschaftlichen Technik gut ist.

Ungeachtet der jetzt so unbestritten augenscheinlichen Vorzüge der schmiedeeisernen vor der gusseisernen Schiene hatte doch Georg Stephenson noch beim Bau der Stockton- und Darlington-Eisenbahn alle Mühe ihre Anwendung durchzusetzen.

Es gereicht der Einsicht Robert Stephenson's zum Ruhme, dass er der erste Techniker war, welcher Schienen mit symmetrischem Querschnitte und parallelen Ober- und Unterflächen im Grossen und zuerst zwar beim Bau der London-Birmingham-Bahn anwendete, während Georg Stephenson treu an der Fischbauchschiene gehalten hatte. Robert Stephenson's symmetrische Schiene wog 65 Pfund pr. Yard, ruhte in gusseisernen Stühlen mit Holzkeilen solid festgeschlagen, auf

eichenholzenen Schwellen, und die Construction des Oberbaues mit Stuhlschienen schliesst ihre Entwickelung hiermit ab, das einzige Moment der Einführung der Laschenverbindung in der zweiten Hälfte der vierziger Jahre abgerechnet. Die Dimensionen und Massenvertheilungen und die Materialien der Schienen haben seitdem tausendfach gewechselt, das Princip, die Hauptanordnung der Construction ist unverändert geblieben.

Die alles bestimmenden Agentien: Localbedürfniss und Localpreis der Materialien führte im holzreichen und eisenarmen Amerika zur Construction der breitbasigen Holzschiene, die dort Anfangs niemals anders als auf Langschwellen befestigt angewendet, nach ihrer Ueberführung nach Europa durch Charles Vignoles die Gestalt erhielt, in der sie jetzt, auf ungefähr 40 % der europäischen Bahn, im Gebrauch ist. Auch die specifisch zum Langschwellenbau in Beziehung stehende, amerikanische Construction der Brückenschienen fand in Europa in gewaltigem aber nicht glückenden Versuche auf der Great Western Bahn, den badischen Bahnen u. s. w. Ausführung.

So sehen wir den eisernen Weg der Spurbahn, auf Grund unzähliger Experimente, ohne Gleichen an Ausdehnung vor- und nachher in der Culturgeschichte, die fast sämmtlich die Form ganzer Bahnausführungen haben, tausendfach umgestaltet, Verhältnissen und Ideen angepasst und doch endlich an technischer Durchbildung hinter der Entwickelung des Betriebs und der Fuhrwerke bis in die allerneueste Zeit zurückbleibend, wo es endlich scheint, als sollte mit einem Sprunge, durch Einführung des ganz eisernen Oberbaues, der verlorene Weg wieder eingebracht und die Construction der Bahn auf gleiche Höhe mit der der Fuhrwerke gehoben werden.

§ 5. Die geschichtliche Entwickelung der ältesten Dampffuhrwerke. — Im Gegensatz zu der langsamen, empirischen und unvollkommenen Ausbildung des Weges der Spurbahn ist die Entwickelung der auf derselben bewegten Fuhrwerke mit Riesenschritten geschehen, so dass hier ein Zeitraum von kaum 80 Jahren, von ersten unausgeführt gebliebenen Patenten auf Bewegungsmaschinen für Strassen gerechnet, alle die weltumgestaltenden Erscheinungen zu Tage gefördert hat, unter deren Einfluss jetzt die gesammte Civilisation ungeahnte Bahnen geht. Eine eingehende Schilderung dieses Siegerganges der neuen Erfindung verbietet sich hier der Raum und nur mit flüchtigen Contouren lassen sich die Haupterscheinungen dieser Culturepoche umziehen.

Hierbei tritt uns zunächst die Gestalt jenes interessanten technischen Abenteurers Richard Trevethick entgegen, der mit seinen Strassenlocomotiven im Jahre 1803 das Staunen der Bevölkerung Londons erregte, und 1804 den ersten Kohlenzug mit der ersten durch Dampf getriebenen, auf Rädern beweglichen Maschine die Steigungen der Merthyr-Tydvill Bahn in Süd-Wales emporschleppte. Diese Maschine enthielt von den später ausgebildeten Lebensorganen der Locomotive schon die innere Feuerung, den Dampfaustritt in den Schornstein und den Hochdruck des Dampfes, aber auch die Wurzel eines Irrthums, der in wunderlicher Weise sich den Fortschritt der Locomotivenconstruction entgegengestellt hat und zu den sonderbarsten Erscheinungen in der Geschichte der Erfindungen gehört. Die Räder der Maschine Trevethick's waren ausserhalb der Schienenlaufflächen mit Nägeln beschlagen, deren Köpfe in das Holz der Langschwellenbahn eingriffen, »weil sonst die vom Dampf getriebenen Räder auf der Schiene gleitend sich drehen müssten, statt die Last zu ziehen«.

Diesem Irrthume, den das einfachste Experiment hätte zerstören müssen, tragen mit staunenswerther Consequenz alle während eines vollen Jahrzehntes versuchten Constructionen von Locomotiven getreulich Rechnung, von denen wir nur die von Blen-

kinsop, 1812 auf der Middleton-Kohlenbahn in Gang gesetzte, hervorheben, welche die Fortbewegung mittelst neben der Bahn liegender Zahnstangen und Zahnräder bezweckte, und zwar, auf Matthew Murray's Vorschlag, mit zwei Cylindern versehen war. Wir übergehen hingegen alle die auftauchenden Curiositäten von mechanischen Dampfpferdebeinen, welche die Maschine fortschieben sollten etc., von denen ausführliche Geschichten der Locomotiv-Maschinen genügend berichten.

Bei Weitem nicht genug bekannt ist das grosse Verdienst des Eigenthümers der Bahnen um die Wylam-Kohlengruben W. Blackett, der, voll Eifer die Dampfmaschine auf der Spurbahn dienstbar zu machen, 1814 endlich das einfachste Experiment in roher Form anstellte, durch welches das Genügen der Reibung zwischen Radkranz und Schiene für das Ausüben der Zugkraft nachgewiesen wurde.

Damit löste sich der Alpdruck, der bis dahin auf der Entwickelung der Locomotivenconstruction geruht hatte, und, wie so oft in der Geschichte der Cultur, sehen wir zugleich hiermit den Mann auftreten, dem es bestimmt war, die Locomotivenmaschine als fertiges Werkzeug dem Zeitgeist in die Hand zu geben, wie dies sein grosser Vorgänger Watt mit der stehenden Maschine gethan hatte.

§ 6. Georg Stephenson's Verdienste um die Ausbildung der Locomotive. — Georg Stephenson (1781 geboren), einfacher Maschinenwärter zu Killingworth, erfasste seinen grossen Zweck als wirkliches Genie, indem er zuerst studirte »was schon da war« (what had already been done), dann brachte er die reiflich überlegten Pläne seine »Travelling Engine« mit des edlen und genialen Lords Ravensworth Gelde zur Ausführung, dem er durch den Namen desselben »My Lord« seinen Dank zurief, welcher der der ganzen Welt sein sollte.

Diese erste Maschine war auch die, welche zuerst durch blosse Adhäsion ihre Zugkraft übte, und dies wurde dem Erbauer zunächst als kühnstes Wagniss verdacht, dann aber, nach dem Gelingen, gebührend bewundert. Es war nicht der einzige Zug von Genie, den sie an sich trug. Der Austritt des Dampfes in den Schornstein, den Trevethick adoptirt hatte »um die Pferde nicht scheu zu machen«, erhielt von Stephenson die Anordnung, dass die Dampferzeugungskraft des Kessels sich sofort auf das Vielfache hob. So fehlte nur noch das Princip der Vergrösserung der Feuerfläche durch die Anwendung der engen und zahlreichen SSiederöhren im Kessel, um die Constructionsorgane zu Verwendung im Dienste bereit zu haben, auf deren Wirksamkeit Leben und Leistung der Locomotive der Jetztzeit, der schnellen Locomotive beruht. Trotz dieser Fortschritte war die Anwendung der so construirten schwerfälligen, nicht auf Federn ruhenden Locomotive auf rauhen unebenen Gleisen nur eine Reihenfolge von Brüchen, Reparaturen und Täuschungen, so dass Georg Stephenson allein das Feld behauptete, als alle seine Mitstrebenden es muthlos verliessen. Er wandte, das Nothwendige richtig erkennend, mit dem reichen und geistvollen Losh im Verein, zunächst seine Aufmerksamkeit auf Vervollkommnung der Gleise und gehörte zu den ersten, welche die Anwendung walzeiserner Schienen bevorworteten und ihre Construction verbesserten. Dann gab er seinen Locomotiven zunächst elastische Träger von Dampf.

Solcher Gestalt waren die Maschinen, die fast unbeachtet von der Welt, als »Puffing Billys« auf der Killingworth-Bahn und später als die berühmten fünf »Iron horses« unter Staunen des Volks auf der Hatton-Kohlenbahn 1819 hin und wieder stöhnten, 4 engl. M. in der Stunde zurücklegend. Nicht viel andre Form hatte die bedeutsame Locomotive, welche am 27. September 1828 auf der Stockton-Darlington-Bahn, jener Pionnierin für die Liverpool-Manchester, den ersten Personenwagen, den

Stephenson bedenklich »Experiment« nannte, und einen mit über 500 Menschen besetzten Kohlenzug von Stockton nach Darlington mit 6 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde führte und zum ersten Male die Locomotive mit den schnellen Rossen der stolzen Stage coaches darum ringen liess, ob fernerhin Lebenskraft oder Dampf den Menschen von Ort zu Ort fördern sollte.

Im Laufe der ersten beiden Jahrzehnte dieses Jahrhunderts war Manchester durch Watt's, Arkwright's, Hargreave's und Crampton's Erfindungen zum ersten Fabrikorte der Welt geworden und hatte in diesem Zeitraume 139,000 Einwohner mehr gewonnen. Der Seehafen dieser Baumwollenstadt war Liverpool. Die einzige Communicationsstrasse für schwere Güter zwischen den gewaltigen Orten war Francis', Herzogs von Bridgewater grosse Schöpfung, der Bridgewater-Canal. Die Erben des grossen Mannes tyrannisirten, auf ihr Transport-Monopol gestützt, die Rheder Liverpools, wie die Spinnfürsten Manchesters. Tiefe Erbitterung trieb nun die Geschädigten, der Macht gegenüber Machtlosen, zur Schöpfung eines Concurrenzweges trotz alles Schreckens, den der Plan und Anschlag einer Eisenbahn, welche über Chatmoss und unter einem Theil von Liverpool hinführen und 400,000 £ kosten sollte, einzuflössen geeignet waren.

Es waren keine gewöhnlichen Geister, die diese Ideen empfangen, vorlegen, durchfechten, die Antheilhaber während aller Widrigkeiten der ungewohnten Ausführung gegen Muthlosigkeit stützen konnten.

Georg Stephenson, dem practischen Schöpfer der Stockton- und Darlington-Bahn, wurde als ausführendem Ingenieur die Hauptlast davon auf die starken Schultern gelegt.

§ 7. Einfluss der Preis-Concurrenz auf der Liverpool-Manchester-Bahn auf die Entwickelung des heutigen Eisenbahnwesens. — Der Kampf um das System des Bewegungsprincips für die Bahn: ob stehende Maschine, ob Locomotive, der schon die Eigenthümer der Darlington-Bahn so nachhaltig beschäftigt hatte, erneuerte sich hier, erwärmte sich, je mehr die Bahn ihrer Vollendung entgegenschritt. Mit gleichen Kräften standen sich die Parteien gegenüber. Der glückliche Auslauf der Differenz war die berühmte Preisausschreibung auf die beste und schnellste Locomotive, die zu jenem Wettfahren der Locomotiven Braithwaite's und Erickson's (Novelty), Hackworth's (Sanspareil) und Stephenson's (Rocket) bei Rainhill am 6. Oct. 1829 führte. Der Erfolg jenes Wettfahrens ist bekannt. Stephenson's »Rocket«, von Charles Fox, dem nachmals so berühmten Erbauer des Krystallpalastes von 1851, geleitet, verdankte zwar seinen Sieg zum grossen Theil der von Stephenson selbst in die Locomotivenconstruction eingeführten Elemente, vor allem aber der Anwendung der Idee eines Nichttechnikers. Der Secretär der Gesellschaft, Henry Booth, war es, der Stephenson darauf aufmerksam machte, wie durch Einführung einer Anzahl Röhren von verkleinertem Durchmesser die dampferzeugende Fläche des Kessels fast beliebig vermehrt werden könne. Die Schnelligkeit der Maschine und somit diejenige Eigenschaft derselben war damit geschaffen, die sie, die das ganze Eisenbahnwesen zum Werkzeuge unsrer Culturperiode machte. Stephenson pflegte zu sagen: »Mein Blasrohr ist der Athem, Mr. Booth's Röhren aber sind das Blut der Locomotive.«

Was vom Tage von Rainhill an im Bereiche der Technik des Eisenbahnwesens geschehen ist, das war Ausbildung, Vervollkommnung, Verstärkung, Entwickelung von Keimen, die fast alle schon in Stephenson's grosser Schöpfung enthalten waren. Der eigentliche Schöpfungsact des Eisenbahnwesens selbst war damit geschlos-

sen, wie die Geschichte der eigentlichen Erfindung der stehenden Dampfmaschine mit Aufstellung der Pumpmaschine zu Chace Water durch Watt 1782 abschliesst.

Die Liverpool- und Manschester-Bahn wurde am 15. Septbr. 1830 dem öffentlichen Verkehr übergeben, und zehn Jahre später schon waren die Hauptstädte Englands sämmtlich durch Eisenbahnen untereinander verbunden und die Hauptmaschen des Verkehrsnetzes geknüpft, dessen Faden ein einziges Menschenalter später (1860) schon eine Gesammtlänge von 12,000 engl. Meilen hatten, deren Herstellung 500 Mill. Pfd. Strl. kostete und auf denen sich jährlich fast 200 Mill. Passagiere, 2000 Mill. Centner Güter bewegten und deren Gesammteinnahme sich auf 30 Mill. Pfd. Strl. erhoben.

§ 8. Rasche Verbreitung der Eisenbahnen in Nordamerika. — Mit noch weit grösserer Intensität der Thätigkeit als England betrieb der rasch aufblühende amerikanische Staatenbund die Ergänzung seiner reichen Wassercommunication durch die Ausbildung seines Eisenbahnsystems. Auf Tabula rasa mit grossem practischen Talente thätig, schob er seine, mit bedeutendem nationalökonomischen Klarblicke projectirten, den Verhältnissen gemäss construirten, einfach und beweglich verwalteten Eisenbahnlinien civilisationtragend in die Wildniss und verknüpfte mit ihnen die Punkte, die ungetrübter staatsmännischer Geist als die zukünftigen Centren seiner Entwickelung bezeichnete. Die Amerikaner als echtes Volk der Zukunft begannen mit den Verkehrsmitteln, mit denen die Verkehrscultur der alten Welt zur Zeit abschloss.

Die Eisenbahn half ihnen die neue Welt für die Freiheit erobern, wie ihre Heerstrassen den Römern dienten die alte mit ihrer Cultur zu überströmen, während sie dieselbe für ihre Cäsaren zu unterjochen glaubten. Der Uebertritt der »Eisenbahn mit der schnellen Locomotion« auf den europäischen Continent, wo schon seit geraumer Zeit Spurbahnen dem localen Productenverkehr gedient hatten, bezeichnet sich zunächst durch die interessanten und bedeutsamen Experimente, welche in den verschiedenen Staaten angestellt wurden, um das gewaltige neue Element im Nationalleben den vorhandenen staatlichen Formen gemäss zu behandeln.

§ 9. Die Eisenbahnen in Belgien und Frankreich. — Beim ersten Schritte dieses Uebertritts nach Belgien, 1831, begegnen wir dem kühnen und nur halb geglückten Versuche, dasselbe ganz im Staatsverwaltungsmechanismus aufgehen, alle Bahnen durch den Staat selbst bauen und betreiben zu lassen. Der Klarblick der belgischen Staatsmänner erkannte den gemachten grossen Fehler, den die verderbliche, allen vom Staate concurrenzlos betriebenen Anstalten anhaftende Bewegungslosigkeit bald deutlich genug kennzeichnete, mit solcher Bestimmtheit, dass der Ausbau des belgischen Eisenbahnnetzes durch den Staat schon 1847 sistirt und der allgemeinen Concurrenz freigegeben wurde.

Es gestalteten sich so jene für europäische continentale Staats- und Verkehrs-Verhältnisse so zweckentsprechende gemischte Systeme, welche sehr bald nach dem Erscheinen des Eisenbahnwesens auf deutschem Boden [durch Eröffnung der Nürnberg-Fürther (1835), den Streckenbetrieb der Linz-Gmundener (1836) und Leipzig-Dresdner Eisenbahn (1837)] in Uebung kamen und wobei Pflichten und Vortheile des öffentlichen Verkehrs, je nach dessen Bestimmungen und Zwecken, zwischen der Staatsgewalt und der Privatindustrie getheilt wurden, so dass erstere von der Beweglichkeit der letzteren vor Stagnanz geschützt, diese die Strenge und Genauigkeit seiner Verwaltungsformen schätzen lehrt.

In Frankreich, wo die Eisenbahn mit der schnellen Locomotion mit Eröffnung der Eisenbahn von Lyon nach St. Etienne (1835) erschien, und die Gesammtentwickelung des Netzes der Spurbahn im Anfange langsamer als in andern Ländern vor sich ging, prägte sich der Geist der Staatsverwaltung dem Eisenbahnwesen durch die Adoptirung des Princips auf, dass Tracirung und Bau der Linien auf Kosten von Compagnien durch die Organe des Staats bewirkt, der Betrieb derselben aber, streng vom Staate überwacht, der Privatindustrie überlassen wurde. Die Entwickelung des Netzes ist daher systematischer geblieben, als in irgend einem andern Lande, und es fragt sich, ob diese Form der Theilung der Thätigkeit zwischen der Staatsadministration und der Privatindustrie nicht vielleicht vor Allen überwiegende Vortheile hat.

§ 10. Eigenthümliche Verhältnisse bei dem ersten Entstehen und Ausbildung des deutschen Eisenbahnnetzes. — Ganz im Gegensatz hierzu steht die Art und Weise, in der das deutsche Eisenbahnnetz sich gestaltete. Der politischen Zerstückelung des grossen Landes gemäss, sehen wir im Anfange planlos, ohne Rücksicht auf allgemeine Zwecke und grosse Verkehre, in dieser und jener Provinz, diesem und jenem Ländchen ein Stückchen Eisenbahn entstehen; hier (zuerst Nürnberg-Fürth, Leipzig-Dresden, Ferdinands-Nordbahn) durch Kraft der freien Association, dort (zuerst in Braunschweig, dann Baden, Hannover, Bayern, Oestreich, zuletzt Sachsen und Preussen) durch den Willen der Staatsgewalt. Das Ganze combinirte sich aus über einem halben Hundert grösserer und kleinerer Verwaltungen, jede zunächst separatistisch ihre speciellen Interessen wahrend, und fast jede nach andern Principien geleitet und organisirt. Beinahe das bunteste Bild aber entrollte sich beim Blicke auf die Technik dieser grossen Menge, geistig noch mehr als materiell von einander gesonderten Linien. Die Vorbildung der Techniker, die an der Spitze der Bauleitung standen, war nicht wie in Frankreich von einem Centralpunkte ausgegangen in der Grundlage annähernd dieselbe, nicht wie in England in Schulen grosser Meister auf begabte Schüler vererbt. Deutschland besass kein Corps des Ponts et Chaussées, hatte nicht an riesigen Hafen-, Canal- und Dock-Bauten sich ein Civil-Ingenieur-Corps, wie England, Holland, Belgien erziehen können Einheimische Ingenieur-Offiziere und in der Fremde gebildete und wirklich fremde Techniker übten die ersten bedeutsamen Einflüsse auf die deutsche Eisenbahn-Technik aus, deren Dienste sich erst in zweiter und dritter Bau-Generation fachlich von den verschiedenen Ingenieur-Schulen vorgebildete junge Männer zur Verfügung stellten. Und als dies geschah, blieb es nicht aus, dass die deutsche Doctrin, die dies herrliche Land in einer Beziehung gross, in der andern klein gemacht hat, überlaut das Wort in der neuen Sphäre ergriff und jede dieser jungen Kräfte aus der erlernten unumstösslichen Theorie heraus, das Vollkommenste im Eisenbahnwesen produciren zu können vermeinte, und sich dessen mit redlichstem deutschem Willen befliss.

Es darf daher nicht Wunder nehmen. dass jede neue Bahnanlage der getreue Abdruck der subjectiven Anschauung ihres Erbauers war, dass jede, auch die kleinste, Constructionen, Anlagen und Anordnungen zeigt, die von denen der Nachbarn fast immer in den meisten Hinsichten abweichen, so dass es fast den Eindruck der Absichtlichkeit hervorrief, und eine jede eigentlich einem grossen, neuen Experimente glich.

Aber so unerquicklich diese Erscheinung auch für den Augenblick war, wie hindernd sie sich der Einheitlichkeit der Bestrebungen, der Herstellung durchgehender grosser Verkehre, dem Zusammenschlusse der Bahnen entgegenstellte, als die Verbindung der einzelnen Maschen des Netzes endlich zu bewirken war, so sehr sie die

Administrationsgeschäfte in allgemeinen Angelegenheiten erschwerte und complicirte, so kostspielig die nächträgliche Herstellung gewisser Einheitlichkeiten auch war, so hat doch gerade diese Erscheinung zu den allerbedeutendsten Resultaten im Bereiche der Eisenbahn-Technik geführt, indem das Betreben zu verbessern und zu vervollkommnen sich in jedem der vielen Leiter deutscher Eisenbahnbauten so lebendig zeigte, wurde fast durch jede der neuen Constructionen und Ausführungen eine der grossen Fragen in der Eisenbahntechnik auf negativem oder positivem Wege der Beantwortung näher geführt. Dem denkenden Beobachter trat es dabei bedeutsam entgegen, wie die meisten Constructionen, besonders z. B.: die der Fuhrwerke eine Reihe von anscheinenden Verbesserungsstufen erstiegen, dabei immer grösser, schwerer, unhandlicher wurden, um dann plötzlich erkennen zu lassen, dass die Rückkehr zu dem Einfachen, leicht Theilbaren, bequem zu manipulirenden Ursprünglichen, für den Dienst des grossen Ganzen doch das Räthlichste sei. In solchen Kreisläufen, unter denen die Anwendung der Fuhrwerke den ihren schon ziemlich durchschritten hat, sind die Constructionen der Locomotiven, der Bahnhofsanlagen u. s. w., nach allen Symptomen zu urtheilen, in diesem Augenblicke begriffen, und ganz unzweifelhaft wird das technische Betriebsmaterial der deutschen Eisenbahnen nach der Nutzbarmachung dieser Studien im kolossalen Maassstabe zu Herstellung einer zweckmässigen Einheitlichkeit, dann allen andern Ländern an Vollkommenheit weit überlegen sein, die sich durch Conservirung älterer Formen, vorwiegend vor Deutschland, bisher der Vortheile eines einheitlicheren Betriebsparkes erfreuten.

Zu den weisesten Maassnahmen, die uns im Bereiche der deutschen Eisenbahntechnik entgegentreten, gehört die Herüberführung wohlfeiler amerikanischer Constructionselemente in ihre Bauordnung, die den Verkehrs- und Volks-Vermögens-Verhältnissen so wohl entsprechen; die höhere Lage der Bahnlinien im Terrain, die thunlichste Vermeidung kostspieliger Tunnels, Anwendung stärkerer Steigung und Gefälle, die ausgedehntere Benutzung des wohlfeilen Holzes und vor Allem die Anwendung des breitbasigen Schienensystems haben wesentlich dazu beigetragen, den Preis der Bahnen auf der mässigen Höhe zu halten, der jenen Verhältnissen entspricht und daher die Wurzel jener trefflichen Rentabilität ist, welche die deutschen Bahnen vor denen der übrigen Welt anszeichnet.

Diese geistvolle Adaptirung der grossen technischen Erscheinung der Neuzeit an die nationalen Verhältnisse darf nicht erwähnt werden, ohne zugleich der bedeutenden Männer zu gedenken, die Träger dieser Ideen waren: der Erbauer der ersten deutschen Locomotiveisenbahnen Denis (Nürnberg-Fürth) und Kunz (Leipzig-Dresden). Vor allen ist es der letztgenannte geniale Ingenieur, der es zuerst wagte, jene leichten amerikanischen Constructionsformen (breitbasige Schienen auf Querschwellen etc.) für den Locomotivbetrieb grosser Bahnen auf dem europäischen Continente anzuwenden, dem Deutschland zu immerdauerndem Danke verpflichtet ist. Allen Ländern Europa's voran ging Deutschland in der Entwickelung des Baues und Betriebes der Gebirgsbahnen, mit der sich des geistvollen Engerth Name für alle Zeiten verknüpft, der Vorsorge für die Bequemlichkeit und Sicherheit der Passagiere auf der Reise, der Verpflegung derselben auf den Stationen, der Ausführung und rationellen Construction der Locomotiven und Wagen, der Benutzung des Stahls zu Theilen der Bahn und der Betriebsmittel (Schienen, Laschen, Achsen, Bandagen, Locomotivtheilen etc.) und besonders auch der wissenschaftlichen Durchbildung der Eisenconstructionen von Brücken und Dächern. Die Brücken zu Dirschau, Cöln, Mainz, und vor allen Coblenz, sind Muster constructiver Reife wie sie kein andres Land aufzuweisen hat, wozu, bei

letztgenanntem Werke Hartwich's, noch der Vorzug hoher ästhetischer Wirkung der Formen kommt. [8])

Ein mächtiges Mittel der Fortentwickelung und einheitlichen Gestaltung hat sich die deutsche Technik in den periodischen Versammlungen der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen geschaffen, die seit etwas mehr als zwei Jahrzehnten in das Leben getreten sind. [9])

Diese officiellen Versammlungen, von denen aus der Kern der technischen Intelligenz zu den Verwaltungen spricht, sind ohne Gleichen in irgend einem andern Lande.

Zeugniss dafür, mit welcher zwingenden Kraft der Ueberzeugung sie auf die Herbeiführung rationeller und einheitlicher Formen des deutschen Eisenbahnwesens hingewirkt haben, leisten die »Technischen Vereinbarungen der Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen«, jene Bestimmungen, die zum grossen Theile in Deutschland bereits durchgeführt, ihre Autorität bereits über Deutschland hinaus geltend zu machen beginnen, und die jede neue Versammlung, mit Hülfe immer gründlicherer und umfassenderer Vorarbeiten, auf der Höhe der Zeit zu halten bestrebt ist.

Das deutsche Eisenbahnsystem, das im Jahre 1828, also vor wenig mehr als einem Menschenalter, kaum 67 Kilom. Kohlenbahn umfasste, wies schon 1838 vier mit Locomotiven betriebene 150 Kilom. lange Bahnen und im Ganzen 382 Kilom. Bahnlänge auf, 1848 schon 4365 Kilom., 1858: 11,850 Kilom. und 1867 hat es sich zu einer Ausdehnung erhoben, die über 22,500 Kilom. Bahnstrecke umfasst, auf der 5400 Locomotiven jährlich mehr als den Weg zwischen Erde und Sonne (20 Mill. Meilen) und 140,000 Wagen aller Art einen Raum durchmessen, der dem Abstand des Uranus von der Sonne (800 Mill. Meilen) fast gleichkommt. [10])

Und dies kolossale Werkzeug seiner zeitgemässen Cultur hat sich das deutsche Volk mit Hülfsquellen geschaffen, von deren Vorhandensein die Vorzeit kaum eine Ahnung hatte, die sich entdeckten als sie Bedürfniss wurden und deren Ergiebigkeit proportional gewesen ist und immer sein wird dem Maasse seiner intellectuellen Entwickelung auf volkswirthschaftlichem Gebiete, die wieder eng zusammenhängt mit der seiner freiheitlichen und nationalen Gestaltung und des Bewusstseins der ihm, vor allen Völkern der alten Welt, innewohnenden productiven Kraft. Das überwältigend Grosse, was bis jetzt geschehen ist, wird daher bald als eitel Kindheit und Anfang und Entstehen erscheinen.

---

[8]) Nicht minder genial ist die (1872 dem Betrieb übergebene) von Lohse erbaute Elbbrücke bei Hamburg, der bedeutendste Brückenbau der Neuzeit. Anmerk. d. Redact.

[9]) Die I. deutsche Eisenbahn-Techniker-Versammlung fand (1850) in Berlin, die II. (1857) in Wien, die III. (1865) in Dresden, die IV. (1868) in München, die V. (1871) in Hamburg, die VI. (1874) in Düsseldorf und die VII. (1876) in Constanz statt. Anmerk. d. Redact.

[10]) Aufangs 1870 umfasste das Netz des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen bereits 27,990 Kilom. und Mitte 1876 sogar 49,654 Kilom. unter 104 Bahnverwaltungen.

Anmerk. d. Redact.

II. Capitel.

Voruntersuchungen.

Verschiedene Arten von Eisenbahnen. Eigenthümlichkeit der Eisenbahnfahrzeuge. Wechselwirkung zwischen denselben und dem Bahnbau. Spurweite. Normalprofil des lichten Raumes. Krümmungshalbmesser der Bahncurven. Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen.

Bearbeitet von

Ed. Sonne,

Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu die Tafeln I, I^a und II, sowie 4 Holzschnitte.)

---

§ 1. Vorbemerkung. — Das Feld, auf welchem sich die nachstehenden Untersuchungen zu bewegen haben, gestaltet sich neuerdings wesentlich anders, als bei den älteren Anflagen unseres Handbuches, weil nunmehr Rücksicht zu nehmen ist auf eine besondere Besprechung der secundären Bahnen (im fünften Bande des Handbuches) und auf eine anderweitig stattfindende, eingehende Erörterung der Tracirungsarbeiten (in dem unter der Presse befindlichen ersten Bande des »Handbuches der Ingenieurwissenschaften«). Wenn somit manche Gegenstände ausfallen, welche früher berücksichtigt werden mussten, so kann auf der anderen Seite eine Erweiterung der Besprechung stattfinden. Dies bezieht sich namentlich auf die Erwähnung gewisser Eigenthümlichkeiten der Eisenbahnwagen und der Locomotiven, welche auf die Gestaltung des Bahnbaues von Einfluss sind. Diese Gegenstände bildeten früher den递Haupttheil des ersten Capitels des zweiten Bandes und es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass eine neue Auflage des bezeichneten Bandes jenes Capitel in angemessen veränderter Fassung bringen wird.

Aus den Eigenthümlichkeiten der Eisenbahnfahrzeuge entwickeln sich sodann die Grundzüge der Bahnanlagen. In dieser Beziehung kommen namentlich drei Punkte in Betracht: die Spurweite der Eisenbahnen, woran sich die Besprechung des Normalprofils des lichten Raumes und der Ladeprofile anschliesst, die Krümmungsverhältnisse derselben und endlich die Steigungsverhältnisse. Bei den zuletzt genannten Gegenständen wird es namentlich darauf ankommen, die verschiedenen beeinflussenden Umstände übersichtlich vorzuführen, während eingehendere Untersuchungen der Besprechung der Tracirungsarbeiten vorzubehalten sind.

§ 2. Verschiedene Arten von Eisenbahnen. — Freie Bahn; Bahnhof. — Die historische Entwickelung der Eisenbahnen, welche im vorhergehenden Capitel

skizzirt ist, lässt sofort die Hauptabtheilungen oder Classen erkennen, in welche die Eisenbahnen zerfallen. Zu der ersten Classe rechnen wir diejenigen Bahnen, auf welchen die Transporte mittelst schnell fahrender Locomotiven stattfinden, zu der zweiten Classe diejenigen, welche mit langsam fahrenden Locomotiven oder mit irgend einem andern Motor ungewöhnlicher Art (Zahnrad-Locomotiven, feststehenden Dampfmaschinen, Menschen, Pferden u. s. w.) betrieben werden. Als Bahnen dritter Classe kann man diejenigen bezeichnen, welche den Uebergang zu anderen Verkehrswegen und Transportmitteln bilden, also die Bahnen mit einer Schiene, die sog. Drahtseilbahnen u. A.

Die obige Eintheilung der Eisenbahnen ergiebt sich somit im Wesentlichen aus der Beschaffenheit des verwendeten Motors, es lassen sich indess bei der Classification der Bahnen noch zwei andere Gesichtspunkte anwenden.

Der eine dieser Gesichtspunkte resultirt aus der Art des auf den Bahnen stattfindenden Verkehrs. Bahnen erster Classe haben die Aufgabe der Bewältigung eines nach zwei Hauptrichtungen hin entwickelten Verkehrs: des Personenverkehrs und des Güterverkehrs, um die in Deutschland üblichen Ausdrücke zu gebrauchen. In Frankreich werden diese beiden Arten des Verkehrs in einer mehr zutreffenden Weise »Transport à grande vitesse« und »Transport à petite vitesse« genannt. Der Personenverkehr und die ihm nahestehenden Verkehrszweige verlangen ansehnliche Geschwindigkeit, obwohl dieselbe ziemlich theuer erkauft werden muss; der Güterverkehr und in erhöhtem Grade der Hauptzweig desselben: der Verkehr mit Rohmaterialien, verlangen vor Allem geringe Transportkosten, wohingegen sie sich mit einer mässigen Geschwindigkeit begnügen.

Die Bahnen zweiter Classe dienen in der Regel zunächst einer Art des Verkehrs, sei es Personenverkehr oder Güterverkehr und bemessen ihre Einrichtung nach den Anforderungen des vorwaltenden Verkehrszweiges. Eine nebensächliche Betreibung des Güterverkehrs auf Bahnen, welche zunächst für die Beförderung von Personen gebaut sind und umgekehrt, ist somit nicht ausgeschlossen.

Der dritte Gesichtspunkt für die Classification der Bahnen ergiebt sich aus den Terrainverhältnissen. Die Eisenbahn hat einen ganz verschiedenen Charakter, je nachdem sie an der einen oder der anderen Stelle der Erdoberfläche angelegt wird. Bei einer Bahn, welche den Lauf eines Flusses oder Baches verfolgt, werden sich zahlreiche Krümmungen nicht vermeiden lassen, das Längenprofil wird aber der Hauptsache nach mässige und stetige Ansteigungen zeigen. Eine Bahn, welche in einer Ebene, sei es nun eine Tiefebene oder eine Hochebene, quer gegen die Wasserläufe angelegt wird, kann auf lange Strecken gerade geführt werden, das Längenprofil wird aber abwechselnd Steigungen und Gefälle aufweisen, entsprechend den Thälern, welche überschritten werden. Im Allgemeinen werden sich in beiden Fällen weder dem Bau noch dem Betriebe grosse Schwierigeiten entgegenstellen. Wo dagegen eine Wasserscheide von Bedeutung überschritten werden muss, sei es nun im Hügel- oder im Gebirgslande, wo des allzu starken Gefälles des Thales wegen die Thalsohle verlassen werden muss, wo eine »Entwickelung« der Linie einzutreten hat: da werden sich zugleich mit scharfen Curven auch starke Steigungen einstellen und Schwierigkeiten jeder Art dem Bau, wie dem Betriebe entgegentreten.

Die vier Arten von Bahnen, wie sie durch die verschiedene Beschaffenheit der Erdoberfläche bedingt werden, und ihre charakteristischen Eigenthümlichkeiten sind sonach:

Bahnen in der Ebene: regelmässiger Grundriss, unregelmässiges Profil,

Bahnen im offenen Thale (ohne Entwickelung bestimmter Gefälle): unregelmässiger Grundriss, ziemlich regelmässiges Profil,

Bahnen im Hügellande mit Ueberschreitung einer Wasserscheide: schärfere Curven und stärkere gleichmässige Steigungen,

Bahnen im Gebirge mit Ueberschreitung einer Wasserscheide: bedeutende Umwege behufs Entwickelung der Linien, scharfe Curven und starke gleichmässige Steigung. Die Technischen Vereinbarungen unterscheiden in Beziehung auf die Terrainverhältnisse nur drei Arten von Bahnen: diejenigen im Flachlande, im Hügellande und im Gebirge.[1])

Die im Obigen nachgewiesenen Hauptabtheilungen oder Classen der Bahnen zerfallen wieder in verschiedene Unterabtheilungen. In dieser Beziehung soll hier nur hervorgehoben werden, dass man bei den Bahnen erster Classe solche ersten, zweiten und dritten Ranges unterscheiden kann. Hierbei ist namentlich das Verhältniss, in welchem bei einer Bahn der durchgehende Verkehr zu dem Localverkehr steht, entscheidend. Bei den Bahnen ersten Ranges überwiegen die Rücksichten auf den durchgehenden Verkehr, bei denjenigen dritten Ranges die Rücksichten auf den Localverkehr. Hiermit Hand in Hand geht eine grössere oder kleinere Geschwindigkeit der Züge für die Personenbeförderung.

Die Bezeichnung »secundäre Bahn«, welche schon häufig zu Missverständnissen Veranlassung gab, haben wir im Vorstehenden absichtlich vermieden, um scharfe Grenzen bei der Classification der Bahnen zu erhalten. Die Technischen Vereinbarungen unterscheiden bekanntlich »Hauptbahnen« und »secundäre Bahnen« und es stellt sich der Parallelismus zwischen diesen Bezeichnungen und der obigen Classification sofort her, wenn man unter den Bahnen erster Classe diejenigen ersten und zweiten Ranges als Hauptbahnen und die Bahnen dritten Ranges als secundäre Bahnen der Abtheilung I, auf denen eine Beschränkung hinsichtlich der Fahrgeschwindigkeit nicht stattfindet, gelten lässt.[2])

Bei den ersten Auflagen unseres Handbuches wurde nun versucht, die Besprechung der Hauptbahnen und diejenige der secundären Bahnen neben einander zu stellen. Nachdem jedoch die letzteren in neuerer Zeit an Bedeutung gewonnen haben und nachdem die einschlägigen Constructionen nach verschiedenen Richtungen hin weiter ausgebildet sind, erschien eine Trennung derart angezeigt, dass nunmehr die ersten vier Bände des Handbuches der Besprechung der Hauptbahnen ge-

[1]) Die »Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen« wurden in den Eisenbahn-Techniker-Versammlungen zu Berlin (1850), Wien (1857), Dresden (1865), Hamburg (1871) und zu Constanz (1876) festgestellt und revidirt. Die letzte Revision haben wir stets in diesem Werke benutzt.

Die Technischen Vereinbarungen zerfallen in drei Abschnitte:

I. Grundzüge für die Gestaltung der Haupt-Eisenbahnen Deutschlands.
II. Signal-Ordnung für die deutschen Haupt-Eisenbahnen.
III. Obligatorische Vorschriften für die Haupt-Eisenbahnen.

[2]) Die »Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen« wurden zuerst 1869 von der technischen Commission des deutschen Eisenbahn-Vereins aufgestellt und 1871 neu redigirt, sowie 1876 (von der Techniker-Versammlung in Constanz) revidirt. Es werden daselbst unterschieden:

I. Secundäre Bahnen mit normaler Spurweite.
II. Secundäre Bahnen mit normaler Spurweite, auf denen die Fahrgeschwindigkeit 15 Kilometer pro Stunde nicht überschreiten soll.
III. Secundäre Bahnen mit schmaler Spurweite.

widmet werden, während die Secundärbahnen in einem besonderen (fünften) Bande erörtert werden sollen. Im letzteren werden auch die Constructionen der Bahnen dritter Classe (der Tertiär-Bahnen) eine Stelle finden. — Es ist hierdurch nicht ausgeschlossen, an geeigneten Stellen von den secundären Bahnen vergleichsweise zu sprechen, soweit dies die Erwähnung der historischen Entwickelung mit sich bringt und in soweit, als durch Hervorhebung der Gegensätze die Deutlichkeit der Darstellung gewinnt.

Die Bahnanlage an und für sich zerfällt bekanntlich bei allen Bahnen erster Classe in die freie Bahn und den Bahnhof. Es ist dies eine natürliche Folge des mit ansehnlicher Geschwindigkeit stattfindenden Maschinentransports. Ein Maschinentransport bedingt die gleichzeitige Beförderung grösserer Massen und Regelmässigkeit, die Bahn selbst leidet nur Fuhrwerke auf sich, welche speciell für sie gebaut sind. Hieraus folgt, dass an jeder Locomotivbahn in geeigneten Abständen die Bahnhöfe (Stationen) als Sammelplätze für die zu transportirenden Gegenstände angelegt werden müssen, auf denen die Personen zur rechten Zeit sich einfinden, auf denen die gewöhnlichen Fuhrwerke ihre Ladungen an Eisenbahnwagen abgeben, auf denen die Züge anhalten, um Personen und Güter auszutauschen. Der Landstrassenverkehr ist in dieser Hinsicht weit freier, in gewisser Hinsicht auch der Wasserverkehr, nur bei letzterem findet sich in den Hafenanlagen ein Gegenstück zu den Eisenbahnstationen.

§ 3. Anzahl der Gleise auf freier Bahn. — Da im Allgemeinen auf den Eisenbahnen Personen und Güter nach beiden Richtungen hin befördert werden und da mindestens die Locomotiven und die leeren Wagen zurückbefördert werden müssen, so gebraucht man, wie bekannt, hin und her gehende Züge.

Die Hinfahrt und die Rückfahrt der Züge lässt sich nun in der Weise bewerkstelligen, dass man auf der freien Bahn nur ein Gleis anlegt, wenn man gleichzeitig auf den Bahnhöfen Anordnungen trifft, welche es ermöglichen, dass ein Zug dem anderen ausweichen kann.

Vollkommener ist selbstverständlich die Anlage, wenn auch auf freier Bahn Züge verschiedener Fahrrichtungen an einander vorbeifahren (mit einander kreuzen) können. Man hat somit eingleisige und zweigleisige Bahnen zu unterscheiden. Ein ausgebildeter Verkehr verlangt eine zweigleisige Bahn, auch bringt es der Aufschwung, welchen der Verkehr vielerorts in Folge einer neuen Bahnanlage nimmt, mit sich, dass nicht selten eingleisige Bahnstrecken in zweigleisige verwandelt werden müssen.

Die zweigleisige Bahn entspricht indess keineswegs den höchsten Anforderungen, welche der Verkehr an eine Eisenbahn stellen kann. Es ist oben bereits erwähnt, dass es Gegenstände giebt, welche möglichst rasch, wenn auch nicht zum billigsten Preise, und andere, welche möglichst billig, wenn auch mit grösserem Zeitaufwand transportirt sein wollen. Da nun beide Arten des Verkehrs sich in zwei Richtungen bewegen, so ist eine Vervollkommnung der Eisenbahnen über die zweigleisige Bahn hinaus denkbar. Wenn man zwei Gleise für den Personenverkehr und zwei Gleise für den Güterverkehr herstellte, so könnte die »unnütze Schnellfahrt der Güterzüge« vermieden werden, die Bahnhöfe liessen sich vereinfachen und der Anschluss von Zweigbahnen erleichtern. Bis jetzt haben die mit Herstellung einer grössern Anzahl von Gleisen verbundenen Kosten und die Entstehung von Concurrenzbahnen energische Schritte in der bezeichneten Richtung verhindert. Es ist indess immerhin zu erwähnen, dass die Köln-Mindener Bahn auf der Strecke Ober-

hausen-Dortmund wegen des starken Kohlenverkehrs ein drittes Gleis hat ausführen lassen, in welches zugleich die zahlreichen Zweigbahnen von den dortigen Kohlenzechen einmünden. Auch in der Bayrischen Rheinpfalz setzt sich bei Kaiserslautern ein »allgemeines Industriegleis« an eine zweigleisige Bahn an.[3] Derartige Fälle stehen in neuerer Zeit keineswegs vereinzelt da. In der Nähe Londons sind verschiedene Bahnstrecken mit drei und selbst mit vier Gleisen ausgerüstet. Das erste und das zweite Gleis werden vorzugsweise für die Schnellzüge, das dritte und vierte für gewöhnliche Personenzüge und Güterzüge benutzt. Auch die Bahn von Dublin nach Kingstown soll mit vier Gleisen ausgerüstet sein. Es ist die Ansicht ausgesprochen, dass für manche mit Güterverkehr überlastete Bahnen die Trennung der Personengleise von den Gütergleisen im Laufe der Zeit unabweisliches Bedürfniss werden wird.[4]

Die Fragen, ob eine Bahn eingleisig oder zweigleisig anzulegen, ob im erstgenannten Falle auf die Anlage eines zweiten Gleises Bedacht zu nehmen ist und in wie weit dies zweckmässig erscheint, sind für die Oekomomie des Bahnbaues äusserst wichtig.

In der ersten Zeit des Eisenbahnwesens, als Locomotivbahnen nur für Verkehrswege ersten Ranges gebaut wurden, hatte man allerdings die sofortige oder wenigstens die baldige Herstellung eines zweiten Gleises in der Regel ins Auge zu fassen. Hierbei ist nicht zu vergessen, dass in jener Zeit der electrische Telegraph im Entstehen, das Signalwesen noch nicht ausgebildet war. Es erschien die Herstellung zweier Gleise als das einzige Mittel zur Ermöglichung eines sichern Bahnbetriebes von grössern Dimensionen.

Diese Verhältnisse haben sich jetzt wesentlich geändert. Man baut viele Bahnen für Verkehrswege zweiten Ranges, Telegraph und Signale sind kräftige Hebel im Bahnbetriebe geworden, die eingleisige Bahn ist als eine selbstständige und in vielen Fällen berechtigte Form der Hauptbahnen anerkannt.[5]

Wenn man somit heut zu Tage thatsächlich eingleisige und zweigleisige Hauptbahnen unterscheiden kann und im Allgemeinen die letztern als Bahnen ersten, die zweiten aber als Bahnen zweiten Ranges bezeichnen darf, so folgt daraus keineswegs, dass jede Bahn ersten Ranges durchweg zweigleisig und jede Bahn zweiten Ranges durchweg eingleisig sein muss. Denn es hat die Anlage eines zweiten Gleises naturgemäss zu erfolgen, wenn die Anzahl der erforderlichen Züge so gross wird, dass dieselben auf einem Gleise sich nicht mehr mit der nöthigen Sicherheit befördern lassen. Es wird dies eintreten, einmal bei erheblichem Verkehr und kann in diesem Falle die Bruttoeinnahme der Bahn einen Anhaltpunkt in Betreff des Erfordernisses eines zweiten Gleises gewähren, sodann aber auch unter besondern Umständen bei mässigem Verkehr. So z. B. werden die Strecken, welche ungewöhnliche Steigungsverhältnisse haben und demnach Theilung der Güterzüge oder regelmässige Verwendung von Hülfsmaschinen erfordern, vor allen andern eines zweiten Gleises bedürfen, ferner auch diejenigen, welche zwischen einer bedeutenden Station

[3] Man vergl. Organ 1869. p. 41 und E. V. Z. 1868 p. 200.

[4] Man vergl. E. V. Z. 1869. p. 53 und Perdonnet. Traité etc. I. p. 213. (Die genaueren Titel der citirten Werke und Zeitschriften findet man am Schlusse des Capitels unter »Literatur«).

[5] Man vergleiche auch die Bemerkungen über »Cooke, The telegraphic Railway or the single way recommended by safety, economy and efficiency under the safe guard of the electric telegraph« in v. Weber, Telegraphen- und Signalwesen, p. 63.

und einer in der Nähe derselben befindlichen Trennungsstation liegen, falls auf letzterer (der Filialtrennungsstation) nur die örtliche Scheidung der Bahnarme von einander und auf ersterer die Auflösung und Reorganisirung der Züge erfolgt. In den angegebenen und in ähnlichen Fällen kann also auch eine Bahn zweiten Ranges zweigleisige Strecken aufweisen.

Andererseits ist es sehr wohl denkbar, dass eine Bahn ersten Ranges, welche auf den grössten Theil ihrer Länge mit zwei Gleisen versehen ist, eine eingleisige Strecke in sich schliesst. Eine solche Anlage kann motivirt sein durch die Kostspieligkeit der Bauwerke auf einer geeignet liegenden Strecke zwischen zwei Stationen. Dergleichen Bauwerke von vornherein zweigleisig herzustellen, kann nicht unter allen Umständen als zweckmässig bezeichnet werden und würde bei eingleisiger Herstellung derselben eine sonst zweigleisige Bahn auf die Dauer regelrecht betrieben werden können. Bei Bahnen von hervorragender strategischer Bedeutung darf indess, wie die Erfahrungen der letzten Kriege gezeigt haben, in Betreff des zweiten Gleises unter keinerlei Umständen gespart werden.

Die Anlage des zweiten Gleises erfolgt nur selten sofort bei Erbauung der Bahn, in der Regel wird man nach Maassgabe des § 1 der Grundzüge für Hauptbahnen[6]) verfahren.

Der Entwurf für Haupt-Eisenbahnen ist so anzuordnen, dass, sobald es erforderlich wird, zwei Gleise angelegt werden können.

Der correspondirende Paragraph der Grundzüge für die normalspurigen Secundär-Bahnen besagt, dass dieselben nach Erforderniss eingleisig anzulegen sind.

Die Berücksichtigung einer spätern Anlage des zweiten Gleises kann aber in sehr verschiedener Weise geschehen. Die Ansichten einiger namhafter Ingenieure über den fraglichen Punkt sollen nachstehend angeführt werden.

In der »Systematischen Anleitung zum Traciren der Eisenbahnen« widmet Heider dem bezeichneten Gegenstande eine kurze Besprechung, welche einen allgemeinen Ueberblick über die in Frage kommenden Verhältnisse gewährt.

Er führt zum Schluss derselben als in der Mitte zwischen eingleisigen und zweigleisigen Bahnen liegend an:

1. Eine Bahn, deren Unterbau für zwei Gleise ausgeführt wird, während die Legung des zweiten Gleises dem demnächstigen Bedürfnisse vorbehalten bleibt. Hierbei würden 10 bis 18 % des Anlage-Capitals bis zur Herstellung des zweiten Gleises unfruchtbar bleiben.

2. Eine Bahn, die für ein Gleis so angelegt wird, dass für den Fall der Nothwendigkeit der Unterbau für ein zweites Gleis ohne Demolirung der bestehenden Bauten und mit den geringsten Kosten hergestellt werden kann, wobei $1/2$ bis 2 % des Anlage-Capitals zeitweilig unfruchtbar wird.[7])

Im Originale, auf welches wir hiermit verweisen, findet man die Punkte näher angegeben, welche hierbei namentlich zu berücksichtigen sind. Wir können von einer

[6]) Diese wohlbekannten Grundzüge für die Gestaltung der Haupt-Eisenbahnen Deutschlands, welche einen Theil der »Technischen Vereinbarungen« bilden, sollen im Folgenden kurzweg als »Grundzüge« bezeichnet werden.

[7]) Französische Ingenieure nehmen bei generellen Arbeiten an, dass der Mehrbedarf an Terrain für das zweite Gleis etwa den 10. Theil der Gesammtausgabe für Grunderwerb repräsentirt und dass der Unterschied zwischen den Kosten für Erdarbeiten und Kunstbauten, je nachdem dieselben für zwei Gleise oder für ein Gleis ausgeführt werden, etwa den 5. Theil der betreffenden Gesammtkosten beträgt. (Ann. des ponts et chaussées 1868. I. p. 88.)

Aufzählung derselben um so mehr absehen, als sie zum grössten Theil die Kunstbauten betreffen, welche nicht in den Bereich unserer Untersuchungen fallen.

Heider empfiehlt ferner beim Traciren diejenige Bahnmitte zu projectiren, welche einer Bahn mit zwei Gleisen entspricht und sodann nur den Bahnkörper für ein Gleis, entweder einerseits oder andererseits der Bahnmitte in Rechnung zu nehmen. Diese Regel, welche für ebenes Terrain unbedenklich erscheint, muss für coupirtes Terrain angemessen modificirt werden, wie namentlich in der nunmehr zu besprechenden Arbeit ausführlich nachgewiesen ist.

Diese Arbeit Nördling's findet sich in den Annales des ponts et chaussées 1862. II. p. 22 «Mémoire sur les conditions de la transformation des chemins de fer à une voie en chemins à deux voies«.[8])

Sie ist die einzige uns bekannte, in welcher die zahlreichen Punkte, welche bei dem in Rede stehenden Gegenstande in Frage kommen, einer eingehenden Berechnung unterzogen sind. Aus dem Resumé, mit welchem die Arbeit schliesst, heben wir Folgendes hervor:

1. Die Mehrzahl der neuen Bahnen ist lediglich für ein Gleis auszuführen.

2. Es ist im Allgemeinen nicht allein die Ausführung der Erdarbeiten, sondern auch der Ankauf des Terrains für das zweite Gleis zu verschieben. Nur bei bedeutendern Bahnen würde man von diesem Grundsatz abweichen, indem man an den Aussenkanten der Böschungen innerhalb der Einfriedigungen, Gräben und Parallelwege an beiden Seiten der Bahn einen Streifen von 2^m Breite reservirt.

Es ist hiermit nicht gesagt, dass die Bahnachse der zweigleisigen Bahn mit der Mitte der eingleisigen Bahn zusammenfallen müsste. Die Erbreiterung wird je nach den Oertlichkeiten bald an der einen, bald an der andern Seite, mitunter auch an beiden Seiten vorzunehmen sein. Weil es aber sehr schwer ist, hierüber im voraus detaillirte Bestimmungen zu treffen, so wird empfohlen, ausreichende Grundflächen an beiden Seiten der Bahn zu reserviren. (Es dürfte sich indess hierbei vorzugsweise um coupirtes Terrain handeln.)

3. Selbst die Kunstbauten sind nur für ein Gleis auszuführen. — Auch in dieser Hinsicht würde bei bedeutenderen Bahnen eine Ausnahme zu machen sein, indem man Tunnel von mässiger Länge, welche in den einfachern Partien der Bahn liegen, für zwei Gleise ausführt und bei grössern Brücken, welche ähnlich situirt sind, die Fundamente und die Pfeiler bis über Wasserhöhe in einer für zwei Gleise genügenden Breite anlegt.

(Für die schwierigern Stellen einer Bahn, in denen Haupttunnel, grosse Viaducte etc. vorkommen, wird die längere Conservirung einer eingleisigen Strecke auf sonst zweigleisiger Bahn in Aussicht genommen.)

Fernere fünf Punkte, welche Nördling aufführt, betreffen Details der kleinern Kunstbauten und können übergangen werden.

Für die Bahnwärterhäuser wird ein genügender Abstand ($= 6^m,5$) von der Achse der eingleisigen Bahn gefordert, ein Punkt, auf den auch Heider aufmerksam macht.

»Durch die empfohlenen Maassregeln erhält man eine eingleisige Bahn, welche billig und in sich vollendet ist, trotzdem aber stets für zwei Gleise eingerichtet werden kann. Allerdings wachsen durch dieselben die Gesammtanlagekosten einer Bahn; die Mehrkosten werden aber gedeckt durch die Ansammlung von Zin-

[8]) Deutsch in der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins 1864, p. 205.

sen des bei der ersten Herstellung gesparten Capitals und zwar schon nach vier Jahren bei den gewöhnlichen Kunstbauten und in funfzehn Jahren bei Tunneln, falls man sich entschliesst, für ein zweites Gleis einen neuen Tunnel neben einem alten eingleisigen zu erbauen.«

Die dritte Abhandlung, welche namhaft zu machen ist, findet man in der Zeitschrift für Bauwesen 1866, p. 135 »Ueber die Anlage des zweiten Gleises auf den preussichen Eisenbahnen«. Der Verfasser, Schwabe, giebt detaillirte Nachrichten über die Zeit, welche von Eröffnung der verschiedenen preussischen Bahnen bis zur vollständigen oder theilweisen Herstellung eines zweiten Gleises verflossen ist, über die Meileneinnahmen vor Herstellung desselben u. s. w. Er gelangt im Wesentlichen zu dem Resultate, dass viele Bahnen lediglich eingleisig ausgeführt werden können und dass es sich empfiehlt, »für solche Bahnen, bei welchen die Nothwendigkeit eines zweiten Gleises erst in späterer Zeit zu erwarten ist, den Grund für zwei Gleise zu erwerben, dagegen sämmtliche Brücken und Durchlässe eingleisig auszuführen und hiervon nur dann abzugehen, wenn die dadurch zu erzielende Ersparniss zu gering ist oder mit der eingleisigen Herstellung entschiedene Nachtheile verbunden sein würden.« Der Verfasser nimmt an, dass — abgesehen von ausnahmsweise vorkommenden Verhältnissen — ein Verkehr, welcher 300000 Mark Brutto-Einnahme pro Meile erträgt, noch auf einer eingleisigen Bahn bewältigt werden könne. Etwas en ger werden die Grenzen in Frankreich gezogen (vergl. die Mittheilungen über die Enquête von 1863 im Organ 1863, p. 183 und die Französischen Concessionsurkunden in den Annales des mines).

Sämmtliche Untersuchungen, welche in neuerer Zeit über die vorliegende Frage gemacht sind, berechtigen zu dem Schluss, dass bislang für Herstellung der Anlagen für die zweiten Gleise auf freier Bahn nicht selten zu viel geschehen ist und dass grosse Summen erspart werden können, wenn dieselben auf das Allernothwendigste beschränkt werden.

In diesem Sinne hat sich auch der österreichiche Ingnieur-Verein sehr nachdrücklich ausgesprochen (s. Zeitschr. desselben, 1868, Heft I—IV. Referat in E. V. Z. 1868, p. 289). Eine Commission des Vereins hat Grundzüge für eine billigere Herstellung der Eisenbahnen, behufs Belebung des Eisenbahnbaues in Oesterreich ausgearbeitet, an deren Spitze der Satz aufgestellt wird, dass — speciell in Oesterreich — mit Ausnahme vielleicht kurzer Theilstrecken und einzelner Objecte, alle Bahnen im Anfang nur mit einspurigem Unterbau gebaut zu werden brauchen. »Bis jetzt war fast die oberste Concessionsbedingung einer wenn auch nur entfernt den Charakter einstiger Bedeutung an sich tragenden Bahnanlage — der doppelspurige Unterbau. Auf diese Weise wurden viele Millionen unproductiv verausgabt, deren nothwendige Verzinsung das Productivwerden des in Ausnutzung befindlichen Theils des Eisenbahnanlage-Capitals behindert. Es sind in Oesterreich z. B. niedriggerechnet gegen 140 Millionen (Gulden) verausgabt für den Unterbau eines zweiten Gleises, worauf dieses bis heute noch nicht gelegt ist.«

Es mag noch bemerkt werden, dass im Jahre 1873 von den 42520 Km. Bahnen, welche dem Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörten, nur 9950 Km., also 23,4 % doppelgleisig waren. Von den Bahnen des Deutschen Reiches waren im genannten Jahre 33,7 % mit zwei Gleisen versehen.

§ 4. Rechtsfahren. Linksfahren. — Auf zweigleisigen Bahnstrecken muss man jeder Verkehrsrichtung selbstredend ein bestimmtes der beiden Gleise zuweisen, ausserdem ist es auch der Stationsanlagen wegen wesentlich, dass man vorschreibt,

ob »rechts oder ob links gefahren« werden soll. Die Bestimmung über Rechts und Links ist hierbei in der Weise vorzunehmen, dass man sich als Führer des Zuges, mit dem Gesicht gegen den Bestimmungsort desselben zugewendet, denkt. Bei Bahnen, auf denen rechts gefahren wird, fährt der Führer auf dem für ihn rechtsseitig liegenden Gleise. In ähnlicher Weise unterscheidet man ja bekanntlich auch bei einem Flusse das rechte und linke Ufer, indem man annimmt, man schwimme mit dem Strome, das Gesicht der Mündung zugekehrt.

In Deutschland wird im Allgemeinen rechts gefahren, es machen jedoch eine Ausnahme: die österreichischen Bahnen, die Leipzig-Dresdner Bahn, die Altona-Kieler Bahn, die Badischen Staatsbahnen und gewisse Strecken der Saarbrücker Bahn, sowie der Elsass-Lothringischen Reichsbahnen.[9] In Frankreich (mit wenigen Ausnahmen), in Belgien, so viel bekannt auch durchgängig in England, auf vielen italienischen Bahnen, wahrscheinlich auf allen, wird dagegen links gefahren. Man führt als einen Vortheil des Linksfahrens an, dass der Locomotivführer, welcher stets auf der rechten Seite der Maschine am Steuerungshebel steht, bei dieser Stellung das zweite Gleis frei übersehen kann.

Der Verfasser ist der Meinung, es sei wichtiger, dass der Führer die Aussenseite der Bahn im Auge habe. Namentlich kommen hierbei, wie ein Artikel in der Zeitschr. »Die Eisenbahn« Jahrg. 1875 mit Recht hervorhebt, die Signalscheiben in Betracht, welche bei reparaturbedürftigen Stellen an der Aussenseite der Gleise ausgesteckt werden. In dieser Stellung sind die Scheiben beim Rechtsfahren dem Führer besser sichtbar, als beim Linksfahren, besonders wenn das Gleis im Einschnitt und in einer links sich wendenden Curve liegt. Immerhin kann man sagen, dass wesentliche Vortheile weder mit der einen, noch mit der anderen Art des Fahrens verbunden sind.

In ein und demselben Lande sollte indess entweder nur rechts oder nur links gefahren werden und zwar schon deshalb, weil anderenfalls in Betreff der Durchführung einer einheitlichen Signalisirung Schwierigkeiten entstehen. Allerdings ist der Uebergang vom Linksfahren zum Rechtsfahren mit grossen Kosten verbunden, weil die Lage der in den Hauptgleisen der Bahnhöfe liegenden Weichen von der normalen Fahrrichtung abhängig ist. Man hat trotzdem in Deutschland auf manchen Bahnen, wo früher links gefahren wurde, das Rechtsfahren eingeführt, so z. B. auf den Hannoverschen Bahnen und auf denjenigen Strecken der Saarbrücker Bahn und der Elsass-Lothringischen Bahnen, welche im Obigen nicht namentlich aufgeführt sind. Die vollständige Durchführung der bereits begonnenen Veränderung ist für die genannten Staatsbahnen nur eine Frage der Zeit.

Das Bahnpolizeireglement für die Eisenbahnen Deutschlands besagt über den in Rede stehenden Punkt das Folgende:

---

[9] Die oben erwähnten Strecken sind zur Zeit (März 1876)
auf der Saarbrücker-Bahn die Strecke:
Neunkirchen-Forbach,
auf den Reichseisenbahnen die Strecken:
Forbach-Metz-Novéant (Pagny),
Metz-Diedenhofen,
Mülhausen-Altmünsterol,
Strassburg-Avricourt und
Wendenheim-Weissenburg.

»Auf doppelgleisigen Bahnstrecken sollen die Züge das in ihrer Richtung rechts liegende Geleise befahren.

Bereits bestehende Ausnahmen dürfen bis auf Weiteres beibehalten werden.

Auch sind Ausnahmen zulässig bei Gleissperrungen nach vorgängiger Verständigung der benachbarten Stationen, sowie Doppelstrecken in den Bahnhöfen unter Verantwortlichkeit des Vorstehers der Station und sodann auch bis höchstens zur nächsten Station (Blockstation) für Locomotiven, welche durch Schieben Hülfe geleistet haben und zurück zu befördern sind.«

Hier ist noch zu bemerken, dass man bei den Bahnen mitunter auch von einem rechten und einem linken Gleise spricht. Diese Bezeichnung ist für den Bau ziemlich klar und zutreffend, man wird rechts und links vom Wurzelpunkt der Bahn aus bestimmen. Bei dem Betriebe kann die Bezeichnung rechtes Gleis und linkes Gleis unter Umständen zu Missverständnissen Anlass geben. Es dürfte bei fertigen Bahnen in der Regel vorzuziehen sein, die Gleise unter Bezugnahme auf die Himmelsrichtungen zu bezeichnen.

§ 5. Grundformen der Eisenbahnfahrzeuge. — Bei den im Vorstehenden erwähnten Beziehungen zwischen der normalen Fahrrichtung und den Bahnhofsanlagen begegnen wir einem der zahlreichen Beispiele des Ineinandergreifens von Bau und Betrieb. Ein derartiges Ineinandergreifen findet aber auch bei verschiedenen anderen Zweigen des Eisenbahnwesens statt und es ist eine Eigenthümlichkeit der Eisenbahnen, dass bei ihnen weit mehr, als bei andern Verkehrsmitteln eine Wechselwirkung zwischen dem Wege und den Fahrzeugen zu Tage tritt. Man darf zwar auch beim Bau der Wasserstrassen und der gewöhnlichen Landstrassen die Rücksichten auf die Schiffe und Fuhrwerke nicht ausser Acht lassen. Nach den Schiffen müssen sich bei Canal- und Hafenanlagen vielfach Lage und Dimensionen der Bauwerke richten; für die Steigungsverhältnisse der Kunststrassen sind Gewicht, Ladung und Anzahl der Fuhrwerke, sowie die Eigenthümlichkeiten der thierischen Motoren maassgebend. Ein solcher Zusammenhang zwischen Fuhrwerk und Strasse macht sich aber bei den Eisenbahnen in erhöhtem Maasse bemerklich, bei ihnen sind, wie schon Stephenson hervorzuheben pflegte, Weg, Locomotive und Wagen wie eine einzige Maschine, Schiene und Rad wie »Mann und Weib« zu betrachten.

Aus Obigem folgt, dass es erforderlich ist, auf gewisse Eigenschaften der Eisenbahnfuhrwerke einen Blick zu werfen, bevor wir in nähere Untersuchungen über die Bahnanlagen eintreten können. Wir werden hierbei zunächst die Entwickelung der Grundformen der Eisenbahnfahrzeuge im Allgemeinen ins Auge fassen und sodann die Eigenthümlichkeiten hervorheben, welche sich einerseits in England und in America und andererseits in Deutschland herausgebildet haben.

Die Formen der Eisenbahnfahrzeuge schliessen sich der einfachsten und ursprünglichen Form aller Landfuhrwerke an, ebenso wie eine »Bahn«, auf welcher zwei Streifen für die Räder der Fuhrwerke befestigt sind, eine der ersten Gestalten künstlicher Wege ist.

Allerdings waren zweirädrige Fuhrwerke (Karren) von vornherein von den Bahnen ausgeschlossen. Wie hätten dieselben bei der Abwesenheit einer sicher geleiteten Deichsel die nöthige Führung finden können? Für das vierrädrige Fuhrwerk aber ergab sich naturgemäss die ursprüngliche Form desselben mit zwei an dem Obergestell befestigten Achsen. In dieser Anordnung, welche durch die Beschaffenheit des Weges begründet war, bestand der Hauptunterschied zwischen

dem ältern Eisenbahnfuhrwerke und dem gewöhnlichen Landfuhrwerke (Lastfuhrwerke) für Strassen, bei dem der Wendeschemel unentbehrlich wurde, sobald die Construction sich einigermaassen ausbildete. Im Uebrigen aber waren die ältesten Eisenbahnwagen wie ein Lastfuhrwerk construirt: die Räder waren auf den Achsen drehbar, die Laufflächen derselben cylindrisch (ohne Spurkranz), der Wagenkasten hatte meistentheils die Form einer abgestumpften Pyramide u. s. w. Zeichnungen solcher Wagen findet man u. A. in Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre. 3. Band, p. 160.

Weitere Veränderungen konnten indess bei Ausbildung des Eisenbahnwesens nicht ausbleiben und es entwickelten sich die Grundformen des heutigen Eisenbahnwagens ziemlich rasch.

Mit Verlassen der Winkelschienen und Einführung der Stabschienen für die Bahn ergab sich das Erforderniss der Herstellung von Spurkränzen an den Rädern. Dieselben wurden gleich anfangs an der Innenseite der Räder angebracht und ist dies Regel geworden. Vereinzelte Ausnahmen kommen bei nordamerikanischen Pferdebahnen vor.

In den Techn. Vereinbarungen und nicht minder auch im Bahnpolizeireglement ist ausdrücklich vorgeschrieben, dass sämmtliche Räder der Eisenbahnfahrzeuge mit Spurkränzen versehen sein müssen. Versuche die Mittelräder sechsrädriger Fahrzeuge ohne Spurkränze auszuführen sind nicht von Erfolg begleitet gewesen.

Die auf den Achsen drehbaren Räder wurden nun alsbald mit Rädern vertauscht, welche auf den Achsen festsassen. Die Anbringung zweier Achsenlager, welche sich anfangs zwischen den Rädern befanden, war eine nothwendige Folge dieser Maassregel. Jene Anordnung gewährte eine grössere Sicherheit als die auf den Achsen drehbaren Räder und ergab sich consequent aus der Leitung der Eisenbahnwagenräder durch Spurkränze. Denn bei der anfänglichen, ausschliesslichen Verwendung der Eisenbahnwagen zu Materialtransporten waren die complicirteren Achsenbüchsen der Luxusfuhrwerke, obwohl dieselben in England schon zu Anfang unseres Jahrhunderts bekannt waren, ausgeschlossen. Bei den einfachern Achsenbüchsen der Lastfuhrwerke konnte aber das Abhandenkommen eines einzigen Vorstecknagels einen ganzen Wagenzug gefährden. Vorkehrungen zum Festhalten der Räder in solchen Fällen, wie sie Tredgold (Railroads and carriages, p. 105) beschreibt, beseitigten aber nicht den Uebelstand der losen Räder, dass dieselben eine Neigung zum Entgleisen zeigten, sobald die Achsenschenkel oder die Innenseiten der Oeffnungen in den Naben sich abnutzten. Es ist ferner als ein Nachtheil der auf den Achsen beweglichen Räder zu bezeichnen, dass bei ihnen die Achse und das eine Rad in der Bewegung beharren, wenn das andere Rad durch irgend einen Umstand angehalten wird, was gleichfalls die Entgleisungen befördern kann. Alle diese Unvollkommenheiten wurden durch Einführung der fest auf den Achsen angebrachten Räder beseitigt.

Bei den Locomotiven war die Befestigung der Triebräder auf den Achsen selbstverständlich; bei den Wagen ergab sich diese Anordnung, wie aus Vorstehendem hervorgeht, wesentlich als eine Folge der Vergrösserung der Fahrgeschwindigkeit.

Für Hauptbahnen ist die Befestigung der Räder auf den Achsen unbedingt vorgeschrieben. Hierüber ist der § 165 der Techn. Vereinbarungen zu vergleichen:

> »Die Räder an einer Achse müssen in unverückbarer Lage gegen einander festgestellt sein. Räder, die auf den Achsen beweglich

sind, und durchschnittene Achsen werden vom durchgehenden Verkehre ausgeschlossen.«

Bei Anordnung von Lagern zwischen den Rädern war aber das Schmieren der Achsen beschwerlich, auch war man in Betreff der Form des Wagenkastens beschränkt. Man wurde deshalb zum wenigsten bei den Eisenbahnwagen darauf hingewiesen, die Achsen über die Räder hinaus zu verlängern und die Achsenlager ausserhalb der Räder anzubringen. Bei dem geringern Widerstande, welchen die Räder des Eisenbahnwagens auf der Bahn fanden, konnte man dieselben kleiner machen, als gewöhnliche Wagenräder, sie dem entsprechend unter dem Wagenkasten laufen lassen und somit die bezeichnete Veränderung unbedenklich vornehmen.

Die Locomotiven wurden theils mit aussenliegendem, theils mit innen (d. h. zwischen den Rädern) liegenden Rahmenwerk erbaut. Es ist indess nicht erforderlich, auf diesen Punkt hier näher einzugehen.

Berücksichtigt man nun schliesslich noch, dass die Leistungsfähigkeit der Locomotive wesentlich von ihrem Gewicht abhängig ist und dass auch der Eisenbahnwagen erheblich stärker und deshalb schwerer gebaut sein musste, als gewöhnliches Landfuhrwerk, weil massige Achsen, ganz eiserne Räder und kräftige Eisenarmirungen erforderlich wurden, so ergeben sich als die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten eines Eisenbahnfahrzeuges, um dieselben noch einmal kurz zu wiederholen, folgende:

Spurkränze an sämmtlichen Rädern;
Achsen, welche paarweise in der Horizontalebene unverschiebbar sind;
Befestigung der Räder an den Achsen;
erhebliches Eigengewicht und
insbesondere bei den Wagen:
Anbringung der Achsenlager ausserhalb der Räder.

Unter jedem Fahrzeuge wurden anfangs zwei Achsen und vier Räder angeordnet. In England erhielt sich diese Anordnung bei den Wagen bis auf den heutigen Tag, anders gestaltete sich aber die Sache bei den Locomotiven. Es stellte sich alsbald heraus, dass schwerer gebaute Locomotiven bei Anwendung von vier Rädern die Schienen allzu stark in Anspruch nahmen. Man wurde somit dahin geführt, die Anzahl der Räder bei der Locomotive zu vergrössern. Bereits im Jahre 1815 ist eine achträdrige Locomotive gebaut worden. Später wurden wie bekannt Locomotiven mit sechs Rädern fast allgemein üblich. Noch heute gehören Locomotiven mit zwei Achsen und solche mit mehr als drei Achsen zu den Ausnahmen.

In den vereinigten Staaten Nordamerikas führten die besonderen Verhältnisse, unter denen die dortigen Bahnen gebaut wurden, auf eine eigenthümliche Form der Eisenbahnfahrzeuge.

Die englischen Bahnen fanden einen grossartig entwickelten Verkehr vor, diesem Verkehr entsprechend mussten die Eisenbahnen in möglichster Vollkommenheit angelegt werden. Man scheute somit keine Kosten, um mässige Steigungen und namentlich auch Curven mit grossen Radien herzustellen. Mit letztern gingen die Grundformen der englischen Eisenbahnwagen, wie sie im Vorstehenden besprochen sind, Hand in Hand.

Anders lagen die Sachen bei den amerikanischen Bahnen. Dieselben waren auf Gegenden angewiesen, in denen der Verkehr sich erst zu entwickeln hatte. Es war deshalb möglichste Einschränkung der Baukosten geboten, was aber nur durch inniges Anschmiegen der Bahnlinien an das Terrain, also u. A. durch Anwendung

scharfer Curven erreicht werden konnte. Dieser Umstand hätte zunächst auf die Beibehaltung kleiner vierrädriger Wagen mit sehr nahe gestellten Rädern hingewiesen. Nun aber entsprechen kleine Fuhrwerke im Allgemeinen den Anforderungen der Oekonomie nicht so gut, wie grosse, und entstand somit die Aufgabe, grosse Wagen zu construiren und trotzdem eine geringe Entfernung je zweier benachbarter Achsen beizubehalten, eine Aufgabe, welche durch geschickte Benutzung des Princips der bei Landfuhrwerken gebräuchlichen Wendeschemel gelöst wurde. Während aber beim Landfuhrwerk der Wendeschemel durch einen auf zwei Rädern ruhenden Achsenschemel unterstützt werden kann, mit dem er mittelst eines durch die Mitte beider und durch das Ende des Langbaums gehenden Reibnagels verbunden ist, musste beim Eisenbahnwagen jene Unterstützung durch vier Räder beschafft werden. Es waren ferner Wendeschemel an beiden Enden des Wagens anzubringen, weil der Eisenbahnwagen symmetrisch gebaut sein muss.

Ein solcher amerikanischer Wagen zeigt somit einen Wagenkasten von bedeutender Länge, unterstützt von zwei kleinen vierrädrigen Wagengestellen, deren Mittellinien sich gegen die Mittellinie des Wagenkastens verschieben können. Diese Construction achträdriger Wagen wurde alsbald nach ihrer Erfindung (1834) den Verhältnissen der amerikanischen Bahnen so ganz entsprechend befunden, dass vierrädrige Wagen auf diesen Bahnen vergleichsweise selten zur Anwendung kamen.

Auch bei den amerikanischen Locomotiven wurde der Drehschemel fast allgemein eingeführt. Selbstverständlich musste man sich hier mit einem Paare verstellbarer Achsen begnügen und die dritte und vierte Achse in unverrückbarer Stellung anbringen.

Die im Vorstehenden erwähnten Anordnungen äusserten auf die Gestaltung der englischen und der amerikanischen Eisenbahntechnik einen tiefgreifenden Einfluss. Von geringerer Bedeutung, aber keineswegs ganz ohne Rückwirkung auf den Bahnbau sind die Eigenthümlichkeiten der Construction der oberen Theile der Eisenbahnwagen, namentlich der Personenwagen. Es ist bekannt, dass dieselben bei den englischen Personenwagen in der Anordnung von Coupés mit Seitenthüren bestehen und bei den amerikanischen Personenwagen in der Anordnung eines Durchganges durch sämmtliche Wagen, wobei die Thüren an den Kopfenden der Wagen angebracht werden. Hieraus ergiebt sich dann weiter die Anbringung eines Plateaus an jedem Ende des Wagens, an welches sich die zum Besteigen der Wagen dienenden Treppen anschliessen.

§ 6. Grundformen der Eisenbahnfahrzeuge (Fortsetzung). — Die deutsche Eisenbahntechnik fusst theils auf englischen, theils auf amerikanischen Formen. Der Folgen dieser Erscheinung auf die Gestaltung des Oberbaues ist bereits im ersten Capitel (§ 10) gedacht. Die Heranbildung eines deutschen Oberbausystems, welches ungefähr in der Mitte zwischen dem englischen und dem specifisch amerikanischen steht, vollzog sich verhältnissmässig rasch. Weniger glücklich war die deutsche Eisenbahntechnik in Betreff der Heranbildung eigener Wagenformen aus den im vorigen Paragraph besprochenen Anordnungen.

Anfangs fast ausschliesslich an englische Einrichtungen sich anlehnend, benutzte man mit wenigen Ausnahmen Wagen nach dem englischen System. An sorgfältiges Studium der Einrichtungen des Auslandes gewöhnt, erkannte man indess bei weiterer Entwickelung des deutschen Bahnbaues alsbald die mancherlei Vortheile des amerikanischen Systems und führte dasselbe auf verschiedenen Bahnen ein. Namentlich auf den württembergischen Bahnen wurde dasselbe consequent durchgeführt und auf

der österreichischen Südbahn u. a. a. O. vielfach angewendet. Aber auch andere Wagenformen brachen sich Bahn, von denen einige hier erwähnt werden müssen.

Die örtlichen Verhältnisse Norddeutschlands gestatteten bei den meisten Bahnen die Anwendung von Curven mit grossen Radien. Es stand also einer Vergrösserung des Radstandes der gewöhnlichen englischen Wagen dort Nichts im Wege. Man wandte sich deshalb, namentlich in Betreff der Personenwagen, mit Vorliebe einer in England nicht unbekannten, dort aber vereinzelt vorkommenden Anordnung zu, bei welcher für Wagen mit grossem Radstande den zwei Achsen noch eine dritte unter der Mitte des Wagens beigefügt war. Dergleichen Wagen hatten demnach sechs Räder. Die Wagen erfuhren somit eine Umänderung, welche bei den Locomotiven ziemlich allgemein eingeführt worden war.

Man fand, dass die sechsrädrigen Wagen ruhiger liefen, als die damals gebräuchlichen vierrädrigen Wagen mit kurzem Radstande, ein Umstand, der früher weit fühlbarer werden musste, als heut zu Tage, wo die Bahnen merklich besser liegen, als vor Einführung der Verlaschung der Schienen. Man war ferner der Meinung, dass die dreiachsigen Wagen auch sicherer seien als die zweiachsigen, namentlich bei Achsenbrüchen.

Hieraus erklärt es sich, dass der sechsrädrige Wagen auf verschiedenen deutschen Bahnen, nicht allein als Personenwagen, sondern auch als Güterwagen eingeführt wurde. Manche Bahnen bauten nach und nach alle Sorten: vier-, sechs- u. achträdr. Güterwagen.[10]

[10] Wie verschieden die Wagenformen sind, welche auf deutschen Bahnen nach und nach zur Verwendung kamen, ist aus nachstehender Uebersicht des hannoverschen Wagenparks vom Jahre 1868 zu ersehen.

Es waren damals vorhanden:

				Radstand	Stück
a)	Salonwagen,	6rädr.,	I. u. II. Classe,	$6^{m},1$	3
b)	Personenwagen,	6rädr.,	mit fünf Coupés	$4^{m},88$	
	-	-	- - -	$5^{m},64$	272
	-	-	- - -	$6^{m},1$	
	-	-	- - -	$6^{m},38$	42
c)	-	-	- vier -	$3^{m},61$—$4^{m},02$	40
d)	-	4rädr.,	(IV. Classe mit Platform an den Enden)	$4^{m},88$	86
e)	Gepäckwagen,	4rädr.,	für Güterzüge,	$2^{m},74$	6
f)	-	6rädr.,	für Personenzüge,	$4^{m},88$	86
	-	-	- -	$6^{m},1$	
g)	Luxus-Pferde-Wagen,	4rädr.,	- -	$2^{m},74$	24
h)	Bedeckte Güterwagen,	8rädr.,	300 Ctr. Tragfähigkeit,	$7^{m},4$	292
i)	- -	6rädr.,	120 - -	$4^{m},88$	10
k)	- -	4rädr.,	80 - -	$2^{m},29$	526
	- -	-	- - -	$2^{m},74$	
l)	- -	-	100 - -	$3^{m},43$	
	- -	-	- - -	$3^{m},66$	332
		-		$3^{m},89$	
m)	Bedeckte Güterwagen,	4rädr.,	200 Ctr. Tragfähigkeit,	$3^{m},95$—$4^{m},67$	553
n)	Offene Güterwagen,	8rädr.,	200 - -	$7^{m},4$	26
o)	- -	6rädr.,	300 - -	$6^{m},08$	9
p)	- -	6rädr.,	150 - -	$4^{m},88$	104
q)	- -	4rädr.,	100 - -	$2^{m},44$	1172
r)	- -	-	200 - -	$3^{m},66$	1523
s)	- (Hochbord-W.)	-	100 - -	$2^{m},74$	310
	- -	-	- - -	$3^{m},66$	
t)	Kieswagen	-		$2^{m},28$	287

Im oben genannten Jahre hatten die hannoverschen Bahnen 107,19 Meilen (à 7,42 Kilometer) Länge, wovon 48,80 Meilen mit Doppelgleis ausgerüstet waren.

Es ist hier nicht der Ort, die Vortheile und die Nachtheile der verschiedenen Wagensysteme eingehend gegeneinander abzuwägen. Wenn eine derartige Untersuchung vollständig geführt werden sollte, so müssten vier verschiedene Punkte zur Besprechung gelangen, nämlich:

die Construction der Untergestelle,
die Construction der oberen Theile der Wagen,
der Einfluss der Wagensysteme auf die Gestaltung der freien Bahn und
der Einfluss derselben auf die Gestaltung der Bahnhöfe.

Für den vorliegenden Zweck genügt es, wenn wir bemerken, dass man bei den Güterwagen von der Anwendung einer grösseren Anzahl Räder ganz zurückgekommen ist, so dass zur Zeit nur noch vierrädrige Güterwagen gebaut werden, und dass auch bei den Personenwagen im Allgemeinen die Anwendung von zwei Achsen zu empfehlen ist. Immerhin giebt es indess einige Fälle, in denen dreiachsige und vierachsige (amerikanische) Personenwagen mit Vortheil verwendet werden können. Erstere eignen sich wegen ihres ruhigen Laufs namentlich zur Anwendung bei Courier- und Schnellzügen auf Bahnen mit sanften Curven.

In den Techn. Vereinbarungen (§ 136) werden sowohl vierrädrige, als auch sechsrädrige Personenwagen als für den durchgehenden Verkehr geeignet bezeichnet.

Auch bei den Locomotiven ist eine Reaction gegen die Anwendung einer übergrossen Anzahl von Achsen eingetreten und es ist die Anwendung von Locomotiven mit mehr als sechs Rädern auf bestimmte Fälle beschränkt. Bestrebungen, die Anzahl der Achsen der Locomotiven auf zwei zu reduciren, sind indess von durchschlagendem Erfolge nicht begleitet gewesen. Die Bahnanlagen sind sonach im Allgemeinen den Anforderungen entsprechend zu gestalten, welche sich aus dem Vorhandensein von dreiachsigen Locomotiven und von zweiachsigen Wagen ergeben.

§ 7. Längendimensionen der Eisenbahnfahrzeuge. — Im Vorstehenden ist bereits angedeutet, dass der Abstand der Achsen der Eisenbahnfahrzeuge mit der Grösse der Radien der Bahncurven in genauen Beziehungen steht. Auch die sonstigen Längenabmessungen der Locomotiven und Wagen sind von grossem Einfluss auf die Gestaltung der Baulichkeiten. Ferner ist es für manche Untersuchungen, welche die Bahnhofsanlagen betreffen, wichtig, das Maass zu kennen, welches in den Zügen als mittlere Entfernung von Achse zu Achse anzunehmen ist.

Bei den bezüglichen Ermittelungen betrachten wir zunächst den Radstand der Eisenbahnwagen d. h. den Abstand von Mitte zu Mitte der äussersten Achsen der Wagen.

Für die ältern Eisenbahnen kamen selbst bei Curven mit ziemlich grossen Radien nur Radstände von beschränkter Grösse zur Anwendung.

Die Kohlenwagen der Stockton-Darlington-Bahn und diejenigen der Leicester-Swannigton-Bahn, welche in einem autographirten Heft zu Perdonnet's Vorträgen über Eisenbahnbau vom Jahre 1832 abgebildet sind, hatten Radstände von $1^m,25$ resp. $1^m,6$. In Perdonnet's Portefeuille findet man noch einzelne Personenwagen mit Radständen unter 2^m, nämlich die ältern Badischen III. Classe-Wagen mit $1^m,72$, und die II. Classe-Wagen mit $1^m,97$ Radstand. Die meisten der daselbst abgebildeten Wagen zeigen indess Radstände zwischen 2 und 3^m. Ueberhaupt haben die letzteren fortwährend zugenommen.

Um in dieser Beziehung bestimmte Resultate und Durchschnittswerthe zu erhalten, sind zunächst Tabellen aus Goschler's Traité (III. Bd. p. 321) benutzt.

Man findet zwar auch in dem ersten Supplementband zum Organ (p. 185) zahlreiche Angaben über Radstände, dieselben schienen sich aber für die nachstehende Untersuchung nicht sonderlich zu eignen, weil nur in einzelnen Fällen die Personenwagen von den Güterwagen getrennt aufgeführt sind. — Wenn man die seltener gebräuchlichen Wagenformen und Constructionen unberücksichtigt lässt, so ergibt sich, dass der Radstand vierrädriger Personenwagen bei Aufstellung jener Tabellen durchschnittlich $3^m,85$, der Radstand vierrädriger Güterwagen aber $3^m,03$ betrug.

In Betreff der sechs- und achträdrigen Personenwagen [11]) wird hier nur bemerkt, dass die neuern Hannoverschen Sechsräder $6^m,38$ und die Achträder der Schweizerischen Centralbahn $9^m,30$ Radstand haben.

Die Technischen Vereinbarungen enthalten in § 135 der Grundzüge folgende Bestimmung:

> **Für den Radstand der Güterwagen ist ein kleineres Maass als $2^m,500$ zu vermeiden und das Maass von $4^m,000$ in der Regel als Maximum anzusehen.** [12])

Nachdem nun in der ersten Auflage des zweiten Bandes unseres Handbuchs Zeichnungen einer Anzahl neuerer Wagen veröffentlicht wurden, konnten die oben angegebenen, auf ältere Constructionen sich stützenden Maasse einer Revision unterzogen werden. Es zeigt sich auch hier wieder eine Zunahme der Radstände, und sind dieselben bei neueren vierrädrigen Personenwagen zu $4^m,25$ und bei neueren vierrädrigen Güterwagen zu $3^m,50$ im Durchschnitt anzunehmen.

Um festzustellen, wie diese Verhältnisse sich in der neuesten Zeit gestaltet haben, sind ferner diejenigen Zeichnungen von Wagen zu Rathe gezogen, welche in den letzten fünf Jahrgängen des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens veröffentlicht sind. Hieraus ergab sich für die Personenwagen genau das eben erwähnte Maass ($4^m,25$), für die Güterwagen aber ein Durchschnittsmaass von $3^m,84$.

Verhältniss der Länge des Wagenkastens zum Radstand.

Ermittelt man aus den von Goschler mitgetheilten Tabellen das bezeichnete Verhältniss, so ergibt sich, wenn der Radstand mit t bezeichnet wird, die durchschnittliche Länge l des Wagenkastens bei vierrädrigen Personenwagen zu $1,83\ t$ und die durchschnittliche Länge des Untergestells bei vierrädrigen Güterwagen zu $1,785\ t$.

Aehnliche Ermittelungen unter Benutzung der Zeichnungen des Handbuchs ergeben die bezeichneten Maassen zu $1,72\ t$ bezw. zu $1,76\ t$ und unter Benutzung der neueren Zeichnungen des Organs f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. zu $1,71\ t$ bezw. $1,85\ t$. Man wird deshalb für die überschläglichen Berechnungen, um welche es sich hier handelt, $l = 1,76\,t$ in grossem Durchschnitt annehmen können.

Eine eingehendere Untersuchung über das Verhältniss des Radstandes zur Gestelllänge der Wagen, deren Resultate von der vorstehenden, auf empirischem Wege gefundenen Zahl nicht wesentlich abweichen, findet man in einem Aufsatze der Zeitschr. f. Bauw. 1861 (p. 625): »Ueber den Einfluss des Radstandes und der Federaufhängung auf die Tragfähigkeit der Langbäume der vierrädrigen Eisenbahnfahr-

---

[11]) Weitere Angaben über Radstände von sechsrädrigen Wagen findet man im ersten Supplementband zum Organ p. 185. Das daselbst vorkommende Maximum hat die Preussische Ostbahn mit $7^m,065$.

[12]) Für die secundären Bahnen mit breiter Spur und unbeschränkter Geschwindigkeit gelten ähnliche Bestimmungen. Vergl. die betreffenden Grundzüge I. § 63.

zeuge«. Diese Untersuchung ist in den § 4 des XIII. Capitels des 2. Bandes unseres Handbuchs aufgenommen, und brauchen wir deshalb hier auf dieselbe nicht weiter einzugehen. An genannter Stelle wird auch erörtert, welche Radstände für offene Güterwagen die zweckmässigsten sind.

Ganze Länge der Wagen.

Der Raum zwischen je zwei Wagenkästen ist bei neueren vierrädrigen Personenwagen zu $1^m,40$ bezw. zu $2^m,60$ durchschnittlich anzunehmen, je nachdem es sich um solche mit Seitenthüren oder um solche mit Mittelgang handelt. Bei den Güterwagen nehmen je zwei Zug- und Stossapparate durchschnittlich $1^m,15$ bei $1^m,25$ Länge ein.

Hieraus folgen die nachstehenden Ansätze für die ganze Länge (L) vierrädriger Wagen mit einem Radstande $= t$:

Personenwagen mit Seitenthüren

$$L = 1,76\, t + 1,40;$$

dsgl. mit Mittelgang

$$L = 1,76\, t + 2,60;$$

Güterwagen

$$L = 1,76\, t + 1,20.$$

Maass für »Eine Achse«.

Ermittelt man nun aus Vorstehendem den durchschnittlichen Abstand von Achse zu Achse in Eisenbahnzügen, welche durchweg aus vierrädrigen Wagen neuerer Construction zusammengesetzt sind, so erhält man:

für Güterzüge	ein Maass von $3^m,70$,
für gemischte Züge	» » » $3^m,80$,
für Personenzüge (Coupé-System)	» » » $4^m,20$,
» » » (Intercommunications-System)	» » » $4^m,60$.

Die letztern erfordern sonach ca. 10% mehr Länge, als Züge, welche aus Wagen mit Seitenthüren bestehen.

Personenzüge, welche aus sechsrädrigen und aus achträdrigen Wagen gebildet sind, nehmen pro Achse weniger Länge in Anspruch, als solche mit vierrädrigen Wagen. Bei Neubauten von Bahnen wird es aber zweckmässig sein, mindestens die vorhin angegebenen Durchschnittsmaasse, welche im Laufe der Zeit auf allen Bahnen erreicht, wenn nicht überschritten werden dürften, zu Grunde zu legen.[13]

---

13) Bei Benutzung der obigen Resultate wird man nicht ausser Acht lassen dürfen, dass dieselben Durchschnittswerthe sind, welche sich auf die Dimensionen von Wagen der verschiedensten Verwaltungen stützen. Brauchbare Resultate für bestimmte Bahnen würden nur durch directe Messungen zu beschaffen sein. Der Verfasser hat versucht, in dieser Beziehung einiges Material zu sammeln. Bis jetzt liegt ihm durch die Güte des Herrn Baurath Binder in Stuttgart ein Resultat vor, welches durch Messung von 13 Personenzügen und 13 Güterzügen der Württembergischen Bahnen gewonnen ist. Diese Messungen ergaben:

a. für die Personenzüge, grösstentheils aus achträdrigen Wagen bestehend, mittlerer Abstand von Achse zu Achse $3^m,58$ (durchschnittlich 28 Achsen in einem Zuge);

b. für die Güterzüge, grösstentheils aus Wagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit bestehend, mittlerer Abstand von Achse zu Achse $3^m,55$ (durchschnittlich 75 Achsen in einem Zuge).

Ferner ergab sich auf den Hannoverschen Staatsbahnen:

a. für Personenzüge, aus sechsrädrigen Wagen bestehend, mittlerer Abstand von Achse zu Achse $= 3^m,52$ (durchschnittlich 24 Achsen in einem Zuge);

b. für Güterzüge, grösstentheils aus Wagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit, mittlerer Abstand von Achse zu Achse $3^m,64$ (durchschnittlich 120 Achsen in einem Zuge). Die betreffenden Messungen sind im Jahre 1869 angestellt.

Längendimensionen der Locomotiven und Tender. — Ausführliche Angaben über die Radstände sechsrädriger Locomotiven sind am Schlusse des XVII. Capitels des 3. Bandes unseres Handbuchs gemacht. Aus denselben ergibt sich ein Mittelwerth von $3^m,92$. Der grösste an bezeichneter Stelle vermerkte Werth beträgt $5^m,03$. Der Abstand von der Mitte der Vorderachse bis zum Bufferende kann bei sechsrädrigen Locomotiven durchschnittlich zu $2^m,38$ und der Abstand von der Mitte der Hinterachse bis zur äussersten Kante der Platte des Führerstandes durchschnittlich zu $1^m,88$ angenommen werden. Hieraus erhält man als mittlere Länge sechsrädriger Locomotiven das Maass von $8^m,18$.

Der Radstand der Tender beträgt $2^m,7$ bis $3^m,4$. Derselbe ist somit kleiner als der Radstand der Eisenbahnwagen und deshalb auf die nachfolgenden Untersuchungen ohne Einfluss. Der Abstand von der Vorderachse der Locomotive bis zur Hinterachse des Tenders beträgt durchschnittlich $10^m,1$; die Gesammtlänge der Locomotive mit Tender durchschnittlich $14^m,13$.

Es ist selbstverständlich, dass man obige Maassangaben nur für generelle Untersuchungen verwenden kann. Bei speciellen Untersuchungen sind directe Messungen an den zur Verwendung kommenden Fahrzeugen vorzunehmen.

In Betreff der im Vorstehenden besprochenen Längendimensionen der Eisenbahnfahrzeuge sind auch die §§ 104, 128 und 135 der »Grundzüge« zu vergleichen.

§ 8. Eigenthümlichkeiten der Locomotiven. Unregelmässigkeiten der Bewegung derselben. — Es ist oben (§ 5) bereits angedeutet, dass die Leistungsfähigkeit der Locomotiven wesentlich durch das Gewicht derselben bedingt ist. Das natürliche Betreben, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, hatte somit eine Vermehrung des Gewichts der Locomotiven unmittelbar zur Folge.

Im Jahre 1830 galten Maschinen von 12 Tonnen Gewicht schon für schwer, im Jahre 1840 solche von 20 Tonnen, im Jahre 1850 Maschinen von 35 Tonnen Gewicht. Heut zu Tage wiegen sechsrädrige Locomotiven 26 bis 40 Tonnen, je nach der Verwendung, welche dieselben finden. Tendermaschinen erreichen ein Gewicht von 50 Tonnen und darüber. Ueber die Einzelnheiten ist die bereits erwähnte Tabelle am Schluss des XVII. Capitels des 3. Bandes unseres Handbuchs zu vergleichen.

Zugleich mit dem Gewicht der Maschinen haben die Pressungen zugenommen, welche die Räder derselben auf die Schienen ausüben. Diese Pressungen stiegen in den Jahren 1830 bis 1850 von 3 Tonnen bis auf 6 Tonnen. Neuerdings sind 7 Tonnen pro Rad als Maximum zugelassen.

Hierüber ist der § 105 der »Grundzüge« zu vergleichen:

> **»Bei dem auf ein Räderpaar kommenden Gewicht (der Locomotiven) wird empfohlen, 14000 Klgr. (incl. Achse und Räder) als Maximum nicht zu überschreiten.«**

Die Räder der Wagen verursachen erheblich geringere Pressungen, als die Räder der Locomotiven. Die von einem Rade ausgeübte Pressung beträgt selbst bei s. g. Lastwagen nur 4 bis 4,5 Tonnen.

Es ist keineswegs Aussicht vorhanden, dass die im Obigen vermerkten Pressungen in Zukunft eine Verringerung erfahren. Man muss im Gegentheil annehmen, dass dieselben mit der Vervollkommnung des Eisenbahnoberbaues und der zunehmenden Verwendung von Stahlschienen demnächst noch vergrössert werden.

In Folge der Art und Weise, in welcher die Locomotiven sich bewegen, treten

während der Fahrt erhebliche Schwankungen in den erwähnten Radpressungen ein. Die Lenkstangen der Locomotiven bilden mit der Verticalen Winkel, welche sich während der Drehung der Räder fortwährend ändern. Es ist deshalb auch der Druck der beiden Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen fortwährend einer Veränderung unterworfen. Ausserdem ist die verschiedene Höhenlage, in welcher der Angriffspunkt der Zugketten und die Mitten der Achsen der Locomotive sich befinden, zu beachten. Hieraus und aus verschiedenen anderen Ursachen, welche hier nicht im Einzelnen besprochen werden können, folgen zwei der wesentlichen Störungen der Locomotivbewegung, das Nicken und Wanken der Locomotiven, d. h. es entstehen Drehungen des Locomotivkörpers um horizontale und zur Bahn normal, bezw. mit der Bahn parallel laufende Schwerpunktsachsen. Durch Unebenheiten und sonstige Unvollkommenheiten der Bahn werden diese Störungen oft empfindlich vergrössert. Hand in Hand mit denselben geht ein fortwährendes Auf- und Abspielen der Federn, welche zwischen den Achsen und dem Rahmen der Locomotiven angebracht sind, wodurch sich jene Schwankungen in der Pressung der Räder auf die Schienen auch äusserlich bemerklich machen. Eine Vergrösserung der normalen Pressung um 25 bis 30% und eine Verminderung derselben um ebensoviel ist hierbei nichts Ungewöhnliches. Ausnahmsweise sind die Schwankungen, welchen die Radpressungen unterworfen sind, noch erheblich grösser.

Diese Erscheinung, deren Bedeutung erst in vollem Maasse gewürdigt werden konnte, seit durch Versuche von Weber's die Grösse der Schwankungen der Radpressungen einigermaassen bekannt wurde, ist von grosser Bedeutung für die Construction des Eisenbahnoberbaues.[14])

Auch das Schlängeln der Locomotiven muss hier wegen der Einwirkungen dieser Art der Unregelmässigkeit der Bewegung auf das Verhalten des Oberbaues erwähnt werden. An jeder Seite der Locomotive befinden sich in den Kolben, den Kolbenstangen, den Kreuzköpfen und den Lenkstangen ansehnliche oscillirende Maassen, deren Einwirkung namentlich auch deshalb Schwingungen des Locomotivkörpers um eine verticale Schwerpunktsachse verursachen muss, weil das Maximum der Geschwindigkeit des einen Kolbens mit dem Ruhepunkt des anderen Kolbens zusammentrifft. Die Locomotive bewegt sich somit selbst in gerader Bahn nicht geradlinig. Beobachtungen über das Maass der auf diese Weise entstehenden seitlichen Bewegungen liegen bis jetzt noch nicht vor und es sind in Folge dessen auch die Seitenpressungen, welche die Schienen erleiden, noch nicht so genau bekannt, wie es wünschenswerth ist.

Aus dem Auftreten des Schlängelns folgt, dass die Widerstände, welche die Eisenbahnfahrzeuge in gerader Bahn erleiden, von denjenigen, welche in Curven vorkommen, keineswegs so sehr verschieden sind, wie man auf den ersten Blick anzunehmen geneigt ist. In beiden Fällen findet ein mit Gleiten vermischtes Rollen statt und zwar in der Weise, dass die Räder sowohl in der Richtung der Bahn wie normal zu dieser Richtung gleiten. Auf diesen Punkt, welcher auch die starke Abnutzung der Schienen und der Radreifen erklärt, werden wir weiter unten (im § 15) noch einmal zurückkommen.

Die gemeinsamen Wirkungen des Nickens, Schlängelns und Wankens der Locomotiven verursachen eine lebhafte Vibration des Schienengestänges. Hierdurch und zugleich in Folge der Einwirkungen der Zugketten theilen sich die Unregel-

[14]) Man vergl. v. Weber, Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise. S. 246 ff.

mässigkeiten der Bewegung, welche von der Locomotive ausgehen, dem Wagenzuge mit. Dieselben werden alsdann in Folge von Unvollkommenheiten in der Lage der Bahn, in Folge ungleichmässiger Belastung der Achsen und in Folge der Einwirkungen des Windes oft in empfindlicher Weise gesteigert. Das Schlängeln der einzelnen Wagen ist um so stärker, je grösser die Geschwindigkeit ist. Das Gleiten, welches bei Schnellzügen durch das Schlängeln hervorgerufen wird, kann in gerader Bahn erheblicher werden, als das Gleiten in Curven. Hieraus ergiebt sich, dass unter Umständen die Bewegungswiderstände in Curven geringer sein können, als die Widerstände in gerader Bahn.

Ausser den im Vorstehenden erwähnten Arten der Unregelmässigkeit der Bewegung gibt es noch drei andere, weil ausser den Drehungen um die drei Hauptachsen der Eisenbahnfahrzeuge auch Verrückungen (Parallelverschiebungen) dieser Achsen vorkommen können und thatsächlich vorkommen. Es ist indess hier nicht der Ort auf diese Arten der Bewegungsstörungen näher einzugehen.

§ 9. Form des Profils der Radreifen. — Die Gestalt der Radreifen hat einen so grossen Einfluss auf verschiedene Constructionen des Eisenbahnbaues, dass dieselbe einer näheren Untersuchung unterzogen werden muss.

Zunächst ist zu bemerken, dass der lichte Abstand von Rad zu Rad in Rücksicht auf alle Stellen der Bahn, woselbst Spurkranzrillen vorkommen, nicht willkürlich angenommen werden darf. Für diesen Abstand, welcher für den Wagenbau fast dieselbe Bedeutung hat, wie die Spurweite für den Bahnbau, ist deshalb in den Techn. Vereinbarungen nicht allein die normale Dimension (1360^{mm}), sondern auch die Toleranz ($\pm$ 3^{mm}) festgestellt (Vergl. den § 165 der »Grundzüge«).

Aus dem. was oben über die Grundformen und die Eigenthümlichkeiten der Eisenbahnfahrzeuge gesagt ist, ergiebt sich ferner Folgendes:

a) Es ist ein Spielraum zwischen dem Spurkranz und der Schiene anzuordnen. theils weil ohne Vorhandensein eines solchen bei der parallelen Stellung je zweier Achsen der Fahrzeuge das Passiren derselben durch Curven unmöglich sein würde. theils in Rücksicht auf die unvermeidlichen Unregelmässigkeiten in der Lage der Gleise, in Rücksicht auf das Vorkommen von Verdrückungen der Schienenköpfe u. s. w.

Das Minimalmaass des Gesammtspielraums beträgt 10^{mm}, das Maximalmaass desselben (bei abgenutzten Radreifen) 25^{mm} (§ 161 der Grundzüge).

Diese Maasse setzen indess ein bestimmtes Profil des Schienenkopfs und ein bestimmtes Profil der Radreifen voraus und es wird erforderlich werden, in dieser Beziehung eine Ergänzung der Technischen Vereinbarungen eintreten zu lassen.[15])

b) Der Uebergang von der Lauffläche des Rades zum Spurkranz und die Form des letzteren müssen so angeordnet werden, dass die Nachtheile des beim Schlängeln der Fahrzeuge entstehenden Gleitens so weit wie möglich gemildert werden. Dies geschieht, indem man die Kreise, in denen die Räder mit den Schienen in Berührung kommen (die s. g. Laufkreise), nicht unnöthig gross werden lässt. Hieraus ergiebt sich die Anordnung einer Hohlkehle von nicht zu kleinem Radius zwischen der

---

[15]) Bei den ältern Eisenbahnwagen war der Spielraum der Räder zwischen den Schienen grösser, als jetzt üblich. Bei weitern Fortschritten der Oberbau- und Wagenconstructionen wird es vielleicht zu erreichen sein, dass der Maximal-Spielraum gegen das jetzt gebräuchliche Maass noch etwas eingeschränkt wird.

Lauffläche der Räder und dem Spurkranz und ferner die Profilirung der der Schiene zugekehrten Seite des Spurkranzes nach einer geneigten Linie.

Der Holzschnitt Fig. 1 zeigt eine Hohlkehle von nur 7^{mm} Radius; es ist besser den Radius grösser (etwa gleich 15^{mm}) anzunehmen, wie der Holzschnitt Fig. 2, welcher die neuesten bezüglichen Vorschläge darstellt, zeigt.[16])

Fig. 1.

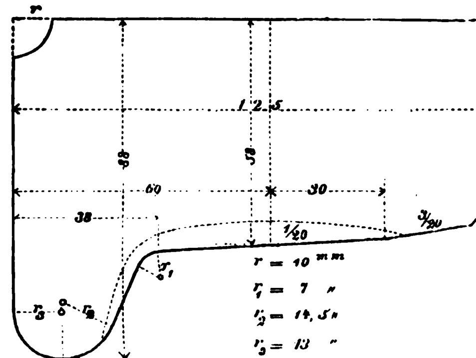
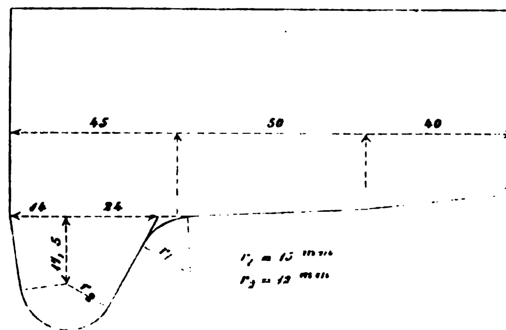


Fig. 2.



c) Da ein Schleifen und Gleiten zwischen der Lauffläche der Schienen und dem Radkranze einerseits und zwischen der Seitenfläche der Schienen und dem Spurkranze andererseits nicht zu vermeiden ist, so verändert sich die Form des Radreifenprofils nach und nach durch Abnutzung. Die Form des abgenutzten Profils, welche für die Beurtheilung der Wirkungen zwischen dem Radreifen und der Schiene wichtiger ist, als die Form neuer Radreifen, ist im Holzschnitt Fig. 1 durch eine punctirte Linie dargestellt.

d) Neue Radreifen zeigen bekanntlich eine conische Form der Laufflächen. Diese Anordnung ist zunächst in Rücksicht auf das Befahren der Curven getroffen, sie hat aber auch für das Befahren der geradlinigen Bahn die oben erwähnten Vortheile Dieselbe macht es möglich, dass sich unter gewissen Umständen, wenn nämlich bei radialer Stellung der Achse die Radien der Laufkreise zweier zusammengehörenden Räder sich verhalten, wie die Krümmungshalbmesser

[16]) Die ältesten Wagenräder hatten cylindrische Laufflächen und einen scharf von denselben sich absetzenden Spurkranz, die Schienen standen dem entsprechend vertical und hatten ebene, horizontale Laufflächen, erst später ordnete man im Profil der Radreifen zwischen Lauffläche und Spurkranz eine Hohlkehle an. Man verminderte hierdurch in eben angegebener Weise die Zugwiderstände.

Die betreffende Motivirung Tredgold's (Railroads and carriages p. 42) ist noch heute von Interesse, obwohl das bezeichnete Werk bereits im J. 1825 geschrieben ist:

»It often happens, that a great part of the resistance at the rails arises from the lateral rubbing of the guides of the wheels; therefore, it is desirable to give the wheels a tendency to keep in their path with as little assistance from the guides as possible.

For edge-rail carriages this may be accomplished by making the rims of the wheels slightly conical, or rather curved, the carriage will then return of itself to its proper position on the rails, if it be disturbed from it by any irregularity.«

Der Vortheil conischer Laufflächen für das Befahren von Curven wurde zuerst von Winans Patent vom Jahre 1829) hervorgehoben; es scheint aber diese Anordnung erst später allgemein eingeführt zu sein, denn von den Wagen, welche in dem oben (§ 7) näher bezeichneten Hefte Perdonnet's vom Jahre 1832 abgebildet sind, zeigt keiner dergleichen Laufflächen.

der correspondirenden Schienen, ein Rollen ohne Gleiten eintritt. In diesem Falle fällt die Spitze des s. g. Rollkegels mit dem Mittelpunkt der Bahncurve zusammmen.

Eine ausführliche Auseinandersetzung über die Wirkung der Conicität der Radreifen würde hier nicht an ihrem Platze sein. Wir beschränken uns deshalb auf die Bemerkungen, dass man von der früher versuchten Anwendung stark conischer Räder bald zurückgekommen ist und dass man sich hüten muss die Vortheile der Conicität der Radreifen zu überschätzen.

Die Anordnung einer stärkeren Neigung in dem äusseren Theile des Profils der Radreifen, welche die obigen Figuren zeigen, wird motivirt einerseits durch die günstigere Gestalt, welche der abgenutzte Reif hierbei annimmt, und andererseits durch Verminderung der Arbeit beim Nachdrehen der Räder.

e) Die Höhe der Spurkränze, d. h. der Abstand des tiefsten Punktes derselben von einer durch die Mitte der Begrenzung des Schienenkopfes gelegten Horizontalen, ist als ein durch die Erfahrung festgestelltes Maass zu betrachten, welches jedoch in Folge der Abnutzung der Lauffläche der Räder veränderlich ist.

f) Die Radreifen müssen bei normaler Stellung der Achse auch nach aussen erheblich über die Schienenkanten vorstehen, wenn bei Gleisen mit erweiterter Spur die Räder ihre Unterstützung nicht verlieren sollen und weil beim Passiren von Weichen, Herzstücken und Gleiskreuzungen die Aussenkanten der Radreifen zum Tragen kommen müssen bis die innern Theile derselben wieder eine Unterstützung gefunden haben.

Die erforderliche Breite würde man etwa in folgender Weise berechnen können:

Wenn ein Räderpaar mit engstehenden Rädern in einer Gleisstrecke mit Spurerweiterung stehend gedacht wird und zwar so, dass der eine (erste) Spurkranz sich hart an die Kante der einen Schiene legt, so kann man äussersten Falls rechnen:

die Spurweite des Gleises zu

$$1435 + 30 = 1465^{mm}$$

den Abstand von Rad zu Rad 1360 — 3 = ... 1357^{mm}

die Breite eines abgenutzten Spurkranzes . . . . . 23 -

zusammen 1380^{mm}.

Hieraus ergiebt sich der Abstand zwischen Schieneninnenkante und innerer Ebene des zweiten Rades zu

$$1465 - 1380 = 85^{mm}.$$

Addirt man hierzu die Minimalbreite des Schienenkopfs (nach § 12 der Grundzüge) mit 57^{mm}, so erhält man

$$84 + 57 = 142^{mm}$$

als erforderliche Breite der Radreifen.

Dies Maass kann als das durchschnittlich vorkommende betrachtet werden. Eine mässige Verringerung desselben erscheint zulässig, weil die Aussenseite der Radreifen ausnahmsweise gegen die Aussenkante der Schiene etwas zurücktreten kann: andererseits lassen Rücksichten auf vorkommende Unregelmässigkeiten in der Lage der Schienen, auf die seitlichen Ausweichungen derselben, welche Folge unzureichender Widerstandsfähigkeit der Befestigung mit Hakennägeln sind, sowie die Rücksichten auf die nicht selten eintretende ungleichmässige Abnutzung der Spurkränze eine Vergrösserung desselben anräthlich erscheinen.

g) Den Abstand von einer den innersten Punkt des Schienenprofils berührenden Verticalen bis zu der die Innenseite der Radreifen begrenzenden Ebene kann

man die **Breite des Spurkranzes** nennen. Bezeichnet man den Abstand von Rad zu Rad mit a, den Gesammtspielraum zwischen den Schienen und den Spurkränzen mit s, so ist die Spurkranzbreite

$$= \frac{1435 - (a + s)^{mm}}{2}$$

Da nun $a = (1360 \pm 3^{mm})$, so erhält man kein allgemein gültiges und genaues Resultat. Eine genaue Bestimmung der Spurkranzbreite setzt einen bestimmten Abstand der Räder und eine bestimmte Form der Schienen und des Radreifenprofils voraus. In letztgedachter Hinsicht sind neuerdings Verhandlungen eingeleitet, welche voraussichtlich zu einer Uebereinkunft über eine normale Form des obern Theils des Schienenprofils und der correspondirenden Theile des Radreifenprofils führen werden. Eine derartige Uebereinkunft kann geradezu als nothwendig bezeichnet werden, dieselbe wird auch die Beseitigung mancher Meinungsverschiedenheiten zur Folge haben, welche hinsichtlich der als Spurkranzbreite anzunehmenden Minimal- und Maximalmaasse, z. B. zum Nachtheil der Construction der Ausweichungen noch bestehen.[17]

Die mannigfaltigen Beziehungen, welche, wie oben bereits erwähnt, zwischen den Dimensionen der Radreifen und verschiedenen Constructionen des Bahnbaues stattfinden, rechtfertigen es, wenn wir an dieser Stelle die einschlägigen Paragraphen aus den Technischen Vereinbarungen aufnehmen. Es sind folgende;

§ 157. Die Radreifen müssen eine conische Form von mindestens $^1/_{20}$ Neigung haben.

§ 158. Die Breite der Radreifen darf bei Locomotiven und Tendern nicht unter 130^{mm} und nicht über 150^{mm} bei Wagen von 130^{mm} bis 145^{mm} betragen. Die Ausnutzung der vorhandenen Radreifen von 125^{mm} bleiben noch zulässig.

§ 159. Sämmtliche Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein.

Die Höhe der Spurkränze darf, von der Oberkante der Schienen gemessen, bei mittlerer Stellung der Räder nicht weniger als 25^{mm} und auch im Zustande der grössten Abnutzung nicht mehr als 35^{mm} betragen.

§ 160. Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) darf nicht unter 10^{mm} und auch bei grösster zulässiger Abnutzung nicht über 25^{mm} betragen. Nur bei den Mittelrädern sechsrädriger Locomotiven ist ein Gesammtspielraum (bei übrigens gleichem lichten Abstande zwischen den Rädern) bis 40^{mm} zulässig.

§ 164. Der lichte Abstand zwischen den Rädern (innere lichte Entfernung zwischen den beiden Radreifen) muss in normalem Zustande 1^m,360 betragen; eine Abweichung bis zu 3^{mm} über oder unter diesem Maasse ist zulässig.

§ 10. Wechselwirkung zwischen den Eisenbahnfahrzeugen und den Bahnanlagen. — Die Wechselwirkung zwischen den Eisenbahnfahrzeugen und dem Bahnbau äussert sich in hervorragender Weise bei den drei Grundpfeilern, auf welchen jede Bahnanlage ruht: der Spurweite (nebst dem Normalprofil des lichten Raumes), der Grösse der Radien der Bahncurven und dem Steigungsverhältniss. Von diesen Punkten wird im Nachstehenden ausführlicher die Rede sein.

Einige andere Gegenstände, welche einen Beleg für jene Wechselwirkung liefern, sollen hier nur kurz angedeutet werden.

a) Die Radstände der Wagen sind für die Durchmesser der s. g. kleinen Drehscheiben und für die Längen der Schiebebühnen maassgebend.

[17]) Man vergl. die Referate der IV. Technikerversammlung. Frage A. 14.

Wagen mit $3^m,5$ Radstand können auf Drehscheiben mit $4^m,2$ Durchmesser zur Noth gedreht werden, besser ist es jedoch Scheiben von $4^m,4$ Durchmesser zu verwenden. Bei dem genannten Radstande müssen Schiebebühnen etwa 4^m bis $4^m,15$ lang gemacht werden.

Die Dimensionen der Drehscheiben und der Schiebebühnen bleiben somit für vierrädrige Wagen innerhalb mässiger Grenzen. Für sechsrädrige Wagen dagegen fallen die genannten Apparate sehr schwerfällig aus, für achträdrige Wagen sind dieselben nahezu unanwendbar. Hierzu kommt noch, dass bei Anwendung von Drehscheiben, welche für die zuletzt genannten Wagenformen eingerichtet sind, eine übermässige Gleisentfernung erforderlich wird.

Da aber Querverbindungen zwischen den Gleisen der Bahnhöfe sich nur mit Hülfe von Drehscheiben oder Schiebebühnen herstellen lassen, so folgt aus Obigem, dass mit der Anwendung vierrädriger Wagen die Anwendung von Querverbindungen auf den Bahnhöfen Hand in Hand geht, während man bei Benutzung sechs- und achträdriger Wagen lediglich auf Weichenverbindungen angewiesen ist.

Alle Bahnen, welche ausschliesslich vierrädrige Wagen verwenden, können sich deshalb auf den Bahnhöfen die zahlreichen Vortheile zu Nutze machen, welche die Querverbindungen gewähren. Bei amerikanischen Bahnhöfen werden diese Vortheile durch die Anwendung scharfer Curven einigermassen ersetzt. Auf den deutschen Bahnhöfen musste man lange Zeit hindurch sich mit langgestreckten Weichenverbindungen behelfen, bis in Folge des Zurückgehens auf das System der vierrädrigen Wagen die Querverbindung auch bei uns nach und nach in ihr altes Recht eintritt.

Die Gestaltung der Bahnhofsanlagen ist somit in hohem Grade von dem auf der betreffenden Bahn üblichen Wagensysteme abhängig.

b) Die Länge der Wagen und der Locomotiven ist maassgebend für die Längendimensionen der Wagen- und der Locomotiv-Schuppen, die erstere ausserdem für die Länge gewisser Theile der Verladerampen u. s. w. Auf die Längen der Wagen und zugleich aut die Breiten derselben ist Rücksicht zu nehmen bei Bestimmung der Zwischenweiten von Gleisen, welche mit Drehscheiben ausgerüstet sind. Man wird hierbei mit Vortheil den Radius eines Kreises zum Voraus ermitteln, welcher der Grundrissfigur der Wagen umschrieben ist.

Es ist zweckmässig, zum Zwecke des Entwurfs der Bahnhöfe eine übersichtliche Zusammenstellnng der nach Obigem in Betracht kommenden Dimensionen der Wagen und der Hauptresultate, welche sich aus demselben ergeben, anzufertigen.

c) Der durchschnittliche Abstand von Achse zu Achse kommt in Betracht bei Bestimmung der nutzbaren Längen der Bahnhofsgleise, ferner bei Bestimmung der Längen der Perrons, bei Festsetzung des Abstandes der Wasserkrahne u. s. w. In den genannten Fällen bildet jener Abstand aber nur den einen Factor, der andere Factor ist die Anzahl der in den Zügen befindlichen Achsen. Bei Bestimmung dieses Werthes kommen die Steigungsverhältnisse der Bahn und die Zugkraft der verwendeten Locomotiven in Betracht. Die Längendimensionen der Bahnhöfe stehen also in Zusammenhang mit der Construction und der Leistungsfähigkeit der Locomotiven.

Es ist wahrscheinlich, dass die Radstände der Wagen ihr Maximum noch nicht erreicht haben und dass mit ihnen die Wagenlängen und vielleicht auch die Wagenbreiten in Zukunft noch wachsen werden. Auch die Möglichkeit einer allgemeinen Einführung der Durchgangs-Personenwagen muss ins Auge gefasst werden. Hiernach erscheint es angezeigt, die sub b und c erwähnten Dimensionen nicht zu knapp zu bemessen, vielmehr dieselben so zu wählen, dass

der weitern Ausbildung der Fuhrwerke durch die Baulichkeiten der Bahnhöfe keine Hindernisse in den Weg gelegt werden. Dies wird namentlich dann zu beachten sein, wenn eine Bahn zur Zeit etwa Fuhrwerke mit beschränkten Dimensionen verwendet.

d) Auch die Gestaltung der oberen Theile der Wagen und nicht minder die Reihenfolge derselben in den Zügen äussert mancherlei Einfluss auf die Bahnhofsanlagen.

Die ausgedehntere Anwendung offener Güterwagen hat in England und Frankreich eine Anordnung der Güterschuppen hervorgerufen, bei welcher Gleise in die Schuppen hinein geführt werden. Man hat hierbei den namhaften Vortheil, dass das Laden und Verladen durch Anwendung mechanischer Hülfsmittel beschleunigt werden kann.

Andererseits gehen die bedeckten und verschliessbaren Güterwagen, wie sie in Deutschland vorwiegend gebräuchlich sind, mit der bei uns fast allgemein verbreiteten Anordnung der Güterschuppen Hand in Hand, bei der bekanntlich die Gleise sämmtlich ausserhalb der Schuppen angebracht sind.

Die Construction der offenen Wagen und der Wagen für Luxus-Pferde ist für die Rampenanlagen maassgebend. Equipagen, Militär-Fuhrwerke und bessere Pferde werden vom Kopfende der Wagen aus verladen, und müssen die Rampen dem entsprechend eingerichtet sein.

Die Reihenfolge der Wagen im Zuge steht in nahem Zusammenhange mit der Reihenfolge der einzelnen Räume der Bahnhofshauptgebäude. Ferner ist jene Reihenfolge und die Art und Weise, wie die Wagen eingestellt werden, auch auf die Lage der Nebengebäude, bezw. der Reserve-Personenwagenschuppen und der Equipagen-Rampen nicht ohne Einfluss.

Die Höhe der Tender bedingt die Höhenlage des Ausgusses der Wasserkrahne und somit indirect die Höhenlage der Reservoire der Wasserstationen. Die Grösse des Wasserraumes der Tender steht in naher Beziehung zur Grösse jener Reservoire, wie überhaupt bei Beantwortung der meisten Fragen, welche die Wasserstationen betreffen, von der Construction der Locomotiven und der Tender auszugehen ist.

e) Die Beziehungen zwischen den Eigenschaften der Fahrzeuge und der Construction des Oberbaues sind ebenso zahlreich wie wichtig. — Mit der Zunahme des Gewichts der Locomotiven sind die Schienen allmählich immer schwerer geworden. Die Form des oberen Theiles des Schienenprofils und die Form des Radreifenprofils stehen in einem so genauen Zusammenhange, dass beide stets gleichzeitig festgestellt werden sollten. Die Conicität der Radreifen bedingt die Schrägstellung der Schienen. Die wichtigsten Dimensionen der Weichen und der Herzstücke beruhen auf den Dimensionen der Radreifen. Die Spurerweiterung, welche in scharfen Curven angeordnet wird, ist zunächst als eine Folge des Vorhandenseins dreiachsiger Fahrzeuge zu betrachten. Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges der Curven ist von der Geschwindigkeit der Fahrzeuge abhängig.

Bei den im Vorstehenden aufgeführten Punkten liegt der Einfluss, welchen die Construction der Fahrzeuge auf die Bahnanlage hat, klar am Tage. Wir wollen noch einige Punkte namhaft machen, bei welchen jener Einfluss in einer mehr indirecten Art und Weise stattfindet.

Verbesserungen, welche an der Construction der Locomotiven und Wagen gemacht werden, tragen sehr oft zur Schonung des Oberbaues und zur Verringerung der Unterhaltungskosten desselben wesentlich bei. In dieser Beziehung mag u. A. der vortheilhafte Einfluss erwähnt werden, welchen die Anbringung von Gegenge-

wichten an Locomotivtriebrädern und eine zweckmässige Kuppelung zwischen Locomotive und Tender (etwa die Construction von Tilp) deshalb haben, weil sie das Schlängeln der Fahrzeuge mildern. — Die Verbesserungen an den Lagern und den Schmiervorrichtungen für die Achsen der Fahrzeuge bewirken zunächst eine Verringerung der Zugwiderstände, indirect beeinflussen dieselben aber auch die zur Anwendung zu bringenden Steigungsverhältnisse. Auch Vervollkommnungen an den Bremsvorrichtungen haben einen merklichen Einfluss auf die zulässigen Steigungen.

Als eine Verbesserung an der Bahn, welche ihrerseits eine Schonung der Fahrzeuge veranlasst, mag die Einführung der Uebergangscurven erwähnt werden, denn unter Anwendung derselben kann man die Ueberhöhung des äussern Stranges der Curven ohne Schwierigkeit grösser machen als früher, was zur Schonung der Radreifen wesentlich beiträgt. Auf der andern Seite können unzweckmässige Bahnanlagen (eine zu grosse Spurerweiterung in Curven, Legen der Schienenstösse derselben in Verband, unzweckmässig angeordnete Zwangschienen u. s. w.) den Rädern und Achsen der Fahrzeuge sehr nachtheilig werden.

Es wird keineswegs beabsichtigt, die Punkte, in Betreff deren eine Wechselwirkung zwischen den Bahnanlagen und den Fahrzeugen auftritt, an dieser Stelle vollständig aufzuzählen. Das im Vorstehenden Gesagte genügt zum Beweise, dass bei der Construction der Fahrzeuge und der Bahn die Solidarität Beider stets im Auge zu behalten ist.

§ 11. Die Spurweite. — Die Spurweite ist ohne Frage das wichtigste Maass der gesammten Eisenbahntechnik. Dieselbe bedingt sämmtliche Breitendimensionen der Locomotiven und Wagen und zurückwirkend die Breitendimensionen des Bahnkörpers sowie den Abstand der Bauwerke von den Gleisen; sie hat ferner auch directen Einfluss auf die Längendimensionen der Fahrzeuge und auf den Radstand derselben. Hierdurch sind aber, wie zum Theil bereits nachgewiesen ist, viele andere Abmessungen und u. A. auch die Radien der Bahncurven bedingt.

Die Bedeutung des Gegenstandes verlangt, dass wir die historische Entwickelung desselben kurz erörtern.

In der Zeit der Kindheit des Eisenbahnwesens wurden aus naheliegenden Gründen sehr verschiedene Spurweiten zur Anwendung gebracht. Man kann annehmen, dass die damaligen Materialtransportbahnen Spurweiten von 0,6 bis $1{,}6^{m}$ gehabt haben. Die Unvollkommenheit des gusseisernen Oberbaues wies auf Einschränkung des Gewichtes der Fahrzeuge und somit auf eine Einschränkung der Spurweite hin.

In § 3 des ersten Capitels ist bereits erwähnt, welchen Umständen das Maass von 4′ $8^{1}/_{2}$″ engl. ($1^{m}{,}435$), welches wir heute die normale Spurweite nennen, seine Entstehung verdankt. Stephenson hatte dies Maass bei älteren Bahnanlagen vorgefunden, die Zweckmässigkeit desselben für damalige Verhältnisse war erprobt. Er führte dasselbe bei der Stockton-Darlington und später bei der Liverpool-Manchester Bahn ein und bestand auf der Beibehaltung desselben. In vertraulicher Weise soll er allerdings gesagt haben, dass er eine etwas grössere Spurweite wählen würde, wenn die von ihm ausgeführten Bahnen noch einmal zu bauen wären.

Die Zeitgenossen und Rivalen Stephenson's blieben bei dem von ihm angenommenen Maasse nicht stehen. Als die Eisenbahnen ihren Siegeslauf in England, auf dem europäischen Continent, in der neuen Welt begannen, als der Verkehr auf ihnen wuchs, als Locomotiven und Wagen dem entsprechend an Dimensionen und Gewicht zunahmen, lag der Gedanke nahe, auch die Breite des Weges und hierdurch die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnfuhrwerke zu vergrössern. Die Eisen-

bahnen Englands wiesen alsbald sieben verschiedene Spurweiten auf, die sämmtlich grösser waren, als die Spurweite der Liverpool-Manchester Bahn. Die Sache ging, so lange die Bahnen isolirt waren; als aber die Maschen des Eisenbahnnetzes sich enger und enger schlossen, entbrannte ein lebhafter Kampf, ein Kampf der Spurweiten. Die Spurweite Stephenson's blieb Siegerin, die abweichenden verschwanden fast alle von den englischen Bahnen. Nur die Great-Western Bahn und ihre Anschlussbahnen conservirten lange Zeit die Spurweite Brunel's (7' engl. = 2^m,135). Aber auf namhaften Strecken dieser Bahnen musste mit bedeutenden Kosten eine dritte Schiene verlegt werden, um die Ueberführung normaler Fahrzeuge zu ermöglichen. Die Kosten einer solchen dritten Schiene stellten sich indess als so erheblich und die Uebelstände, welche aus dem Vorhandensein eines ungewöhnlich gestalteten Betriebsmaterials inmitten des englischen Bahnnetzes erwuchsen, als so schwerwiegend heraus, dass die Directoren der Great-Western Bahn beschlossen haben, die normale Spurweite einzuführen (s. Organ 1869, p. 70).

Wir müssen es uns versagen, auf die Einzelnheiten jener interessanten Zwistigkeiten einzugehen. Die technischen Journale und namentlich die Eisenbahnzeitung von Etzel und Klein haben uns die Mehrzahl der Documente, welche darauf Bezug haben, erhalten.[18])

Nicht so schwer wie in England war der Spurweitenkampf in Deutschland, Frankreich blieb ganz davon verschont. In Deutschland führte Baden eine Spurweite von 1^m,6 ein, alle andern Bahnen nahmen von vorn herein die Spurweite Stephenson's an. Auch über die Motive der Einführung und über die spätere Beseitigung der badischen Spurweite sind uns in der Eisenbahnzeitung interessante Nachrichten aufbewahrt. Hervorgehoben muss werden, dass Baden die Einführung jener Spurweite beschloss, als in Deutschland nur einige wenige Bahnen und in Frankreich kaum irgend welche Locomotivbahnen von Bedeutung vorhanden waren. Damals, gegen Ende der dreissiger Jahre, war es noch sehr fraglich, welche Spurweite den Sieg davon tragen würde, ein Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen existirte nicht, an eine Erledigung der Spurweitenfrage durch den Bundestag war nicht zu denken. Baden entschloss sich rechtzeitig, als die Opfer noch nicht so bedeutend waren, zur Einführung der normalen Spurweite.[19])

In den Technischen Vereinbarungen ist die Spurweite durch den § 4 der Grundzüge normirt:

»**Die Spurweite muss im Lichten 1^m,435 betragen.**«

Die Spurweite wird also stets von Innenkante zu Innenkante der Schienen gemessen, wie es bei der verschiedenen Breite der Schienenköpfe unbedingt erforderlich ist.

In Frankreich hatte man anfangs das Maass von Schienenmitte zu Schienenmitte gleich 1^m,5 festgestellt. Hieraus erklärt es sich, dass die französische Spurweite mit der englischen und der deutschen nicht vollständig und selbst auf den verschiedenen französischen Bahnen nicht genau übereinstimmt. Die französischen Con-

---

[18]) Man vergl. Ueber die Spurweite der Eisenbahnen Eb. Z. 1835, p. 83 und Allg. Bauz. 1838, p. 234. Commissions-Bericht über die Spurweite der Eisenbahnen Eb. Z. 1846, p. 79, 88, 104, 111, 135. Badische Eisenbahnen. Aenderung der Spurweite daselbst. 1846, p. 273, 327, 340.

[19]) Auch auf der Bahn Amsterdam-Haag-Rotterdam, welche früher eine Spurweite von 1^m,93 hatte, ist das normale Maass hergestellt (s. E. V. Z. 1864, p. 544). Dasselbe ist geschehen auf der Missouri-Pacific-Bahn (s. Organ 1870, p. 28), sowie auf der Ohio- und Mississippi-Bahn (s. E. V. Z. 1871, No. 41).

cessionsurkunden pflegen nur eine Spurweite von $1^m,44$ bis $1^m,45$ vorzuschreiben. Diese Differenz ist nicht ohne Nachtheile, insofern sie auch auf die Construction der Fuhrwerke von Einfluss sein muss, und es sollte dieselbe nicht ausser Acht gelassen werden, wenn französische Wagen auf deutschen Bahnen, namentlich auf solche mit scharfen Curven, übergehen.

Auch die übrigen Länder Europa's haben der Mehrzahl nach von vornherein der Stephenson'schen Spurweite sich zugewendet, es finden sich indess deren vier, welche eine grössere Spurweite angenommen haben: Spanien und Portugal ($1^m,68$), Russland ($1^m,525$) und Irland ($1^m,60$). Diese Abweichungen sind erklärlich durch die besonderen geographischen und bezw. politischen Verhältnisse der genannten Länder. Die technischen Vortheile derselben sind namentlich in Russland zu Tage getreten, woselbst die grössere Spurweite die Einführung des Intercommunicationssystems bei den Eisenbahnwagen gefördert hat.

Die aussereuropäischen Länder zeigen in Betreff der Spurweite erhebliche Verschiedenheiten. In den Vereinigten Staaten ist das Maass von 4′ 8½″ engl. zwar vorwaltend, es kommen aber daselbst noch eine ziemliche Anzahl anderer Weiten bis $1^m,83$ vor. (Vgl. Organ 1872, p. 177.) Zur Zeit wird auf eine Milderung eines derartigen unhaltbaren Zustandes hingearbeitet, nachdem der Krieg zwischen den Nord- und den Südstaaten die grossen Nachtheile desselben sehr fühlbar gemacht hat. — In Ostindien (vgl. E. V. Z. 1872, p. 430) und in Chili findet man Spurweiten von $1^m,68$, in Brasilien solche von $1^m,60$ Dasselbe Maass trifft man auch in Australien ausser den gewöhnlichen an.

Für ausgedehnte Bahnnetze, also auch für das deutsche, liegt eine Aenderung der Spurweite ausserhalb des Bereichs der Möglichkeit; es unterliegt indess keinem Zweifel, dass beim Eisenbahnwesen sich Manches besser gestaltet haben würde, wenn ein grösseres Maass, etwa $1,60^m$, wie anfangs von Baden angenommen, allgemein eingeführt wäre. In dieser Hinsicht mag in Betreff der Locomotive ein Wort Redtenbacher's hier Platz finden. Derselbe sagt:

»Für die Construction mächtiger Locomotiven ist die jetzt bestehende normale Spurweite ein grosser Uebelstand. — Die Kessel müssen unverhältnissmässig lang gemacht werden, was zur Folge hat, dass der Radstand sehr gross ausfällt und dass die Feueranfachung sehr erschwert wird. Auch ist eine beschränkte Spurweite für die Stabilität der Bewegung, durch welche die Laufgeschwindigkeit bedingt ist, sehr ungünstig. Es ist sehr zu bedauern, dass die Spur von $1,435^m$ beinahe allgemein geworden ist.«

Für die Personenwagen wäre ein namhafter Vortheil dadurch entstanden, dass eine grössere Spurweite, mit welcher eine grössere Breite des Wagenkastens Hand in Hand geht, der Anwendung des Intercommunications-Systems wesentlichen Vorschub geleistet hätte. Den Güterwagen würde eine grössere Breite wenigstens nicht zum Nachtheil gereichen. Die Bahnanlagen wären wohl etwas theuerer geworden, aber keineswegs in einem hohen Grade, da eine Maximalbreite des Normalprofils des lichten Raumes von 4^m auch bei einer grösseren Spurweite ausreichend ist, falls nämlich Personenwagen mit Durchgang verwendet werden. Man hätte somit bei Anwendung einer grösseren Spurweite mit verhältnissmässig geringen Opfern Bahnen erhalten, welche vollkommener sind als die jetzigen und welche namentlich auch die Anwendung grösserer Fahrgeschwindigkeiten gestattet haben würden.

An dieser Stelle mag noch kurz erwähnt werden, dass in neuerer Zeit die Frage lebhaft erörtert wird, ob nicht für Bahnen erster Classe, d. h. für solche,

welche einen verschiedenartigen Verkehr mit nicht zu geringer Geschwindigkeit bewältigen sollen, eine kleinere Spurweite als die normale zuzulassen sei, wenn es sich um Bahnen dritten Ranges (um Nebenbahnen) handelt. Man hat bekanntlich in Schweden und in Norwegen schmalspurige Bahnen in ziemlicher Ausdehnung gebaut; dieselben haben meistentheils $1^m,067$ (3′ 6″ engl,), zum Theil auch $1^m,22$ (4′ engl.) Spurweite. Auch in aussereuropäischen Ländern (beispielsweise in Australien und in Canada) sind derartige Bahnen zur Ausführung gekommen.

Eine eingehende Erörterung der vorstehend erwähnten Frage ist nicht an dieser Stelle, sondern gelegentlich der Besprechung der secundären Bahnen vorzunehmen. Auf Grund der historischen Entwickelung der Spurweitenfrage ist man zu der Annahme berechtigt, dass ein Erfolg bei Uebertragung der schmalen Spur auf Bahnen, welche inmitten eines normalspurigen Netzes liegen und denselben Verkehrsverhältnissen dienen, wie die Bahnen, an welche sie sich anschliessen, unwahrscheinlich ist.

§ 12. Normalprofil des lichten Raumes. — Für das Bereich der Fahrzeuge einerseits und das Bereich der neben den Gleisen befindlichen Baulichkeiten andererseits muss eine Grenze bestehen. Die Fixirung einer solchen ist nicht allein für die Bauausführung, sondern auch für den Bahnbetrieb erforderlich.

Es war somit beim Beginn des Einigungswerkes der deutschen Eisenbahnen in den Jahren 1847 bis 1849 eine der ersten und wichtigsten Aufgaben, Normalmaasse für die Entfernung der Baulichkeiten von den Gleisen festzusetzen. Die ersten bezüglichen Angaben finden wir Eb. Z. 1849, p. 388. Im Laufe der Zeit stellte es sich jedoch heraus, dass eine Beschreibung der Minimalabstände der Baulichkeiten von der Gleisachse reichlich weitläufig war, weil in verschiedenen Höhen verschiedene Abstände angenommen werden mussten. Es nahm somit die Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in Wien im Mai 1857 eine bildliche Darstellung der betreffenden Dimensionen in ihren Entwurf auf, welche den Namen »Normalprofil des lichten Raumes« bekam und es wurde der betreffende Paragraph der Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands in folgender Weise redigirt:

»Auf der freien Bahn und denjenigen Gleisen der Bahnhöfe, auf welchen Personenzüge bewegt werden, ist das Normalprofil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.« (S. Eb. Z. 1857, p. 117.)

Durch die Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen zu Triest (13., 14. und 15. Sept. 1858) erhielt die genannte Vereinbarung ihre Bestätigung (s. Eb. Z. 1858, p. 146).

Seit jener Zeit besteht das deutsche Normalprofil des lichten Raumes unverändert. Im Jahre 1865 wurde das Metermaass neben dem früher ausschliesslich gebrauchten englischen Maass zur Festlegung der Dimensionen des Normalprofils benutzt. Wir geben das Normalprofil des lichten Raumes auf Tafel I, Fig. 1. Um die Beziehungen zwischen dem Normalprofil und den Eisenbahnwagen zu zeigen, sind die halben Ansichten der Kopfseiten eines Personenwagens und eines Güterwagens in die Figur eingetragen.

Die grosse Bedeutung des Normalprofils des lichten Raumes rechtfertigt eine nähere Besprechung desselben, zu deren Einleitung wir im Nachstehenden sämmtliche Bestimmungen anführen, welche sich auf das Normalprofil beziehen.

Das Bahnpolizeireglement für die Eisenbahnen Deutschlands besagt in § 2:

»Sämmtliche Gleise, auf denen Züge bewegt werden, sind in solcher Breite frei zu halten, dass mindestens das auf beigefügtem Blatte dargestellte Normalprofil des lichten Raumes für die freie Bahn und für die Bahnhöfe vorhanden ist.«

»In wie weit Abweichungen vom Normalprofil des lichten Raumes zu gestatten sind, bestimmt der Bundesrath.«

»An Ladegleisen, welche nicht von durchgehenden Zügen befahren werden, kann nach Art ihrer Benutzung eine Einschränkung des Normalprofils von der Aufsichts-Behörde zugelassen werden.«

In den neuesten »Technischen Vereinbarungen« vom Jahre 1876 lautet die Fassung:

§ 6. Auf der freien Bahn ist das auf anliegendem Blatt linkseitig gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes mindestens einzuhalten.

Bei Neubauten ist auf die Spurerweiterung und Ueberhöhung in Curven bezüglich der Innehaltung des Normalprofils Rücksicht zu nehmen.

Ferner kommen in Betracht: § 52 der »Grundzüge«:

»Auf denjenigen Gleisen der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das auf anliegendem Blatt rechtseitig gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.«

»Für Neubauten ist das Höhenmaass der dritten Stufe des Normalprofils von 1^m,220 auf 1^m,120 zu reduciren.«

§ 102 der »Grundzüge«:

Die Breite der Locomotiven soll in den mittleren Theilen, von 0^m,500 über Schienenoberkante gerechnet, an keiner Stelle mehr als 3^m,150 betragen; im Uebrigen müssen sämmtliche Abmessungen der tiefer liegenden Theile einen seitlichen Spielraum von mindestens 50^{mm} und alle höher liegenden Theile einen solchen von 150^{mm} gegen das Normalprofil des lichten Raumes gewähren. In verticaler Richtung dürfen die tiefsten Punkte nicht weniger als 130^{mm} und die höchsten Punkte der Schornsteine nicht mehr als 4^m,570 über Schienenoberkante vorstehen.

(Bemerkung.) Für Locomotiven, welche für den ausschliesslichen Betrieb gewisser Bahngebiete bestimmt sind, hat dieser Paragraph keine obligatorische Bedeutung.

§ 126 der »Grundzüge« (die Tender betreffend):

»Das Maass der Höhe des Wasserbehälters über den Schienen kann 2^m,750 betragen. Alle anderen Abmessungen halten sich in den § 102 für Locomotiven vorgeschriebenen Grenzen.«

In Betreff der Wagen sind die §§ 133 und 134, in Betreff der »Freihaltung der Bahnbreite« ist § 169 der Grundzüge zu vergleichen.

Wenn man die Breiten- und Höhendimensionen der Fahrzeuge mit der Spurweite vergleicht, so ergiebt im Grossen und Ganzen eine Verdoppelung der Mittenentfernung der Schienen (1^m,500) die Breite und eine Verdreifachung derselben die Höhe der Fahrzeuge.

Im Einzelnen ist nun Folgendes zu bemerken:

1) Die Neigung, welche das Normalprofil des lichten Raumes in Folge der Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges der Curven annimmt, ist unter Umständen sehr erheblich. Für 500 und 300^m Curven sind Ueberhöhungen von 90, bezw. 150^{mm} nichts Ungewöhnliches. Hierdurch ergiebt sich aber eine Seitenverschiebung derjenigen Ecke des Normalprofils, welche in 4^m,800 Höhe über Schienenkopf liegt, um 288, bezw. 480^{mm}. Bei Berücksichtigung der Spurerweiterung, welche vergleichsweise einen geringen Einfluss ausübt, ist zu beachten, dass dieselbe durch Verschiebung des inneren Schienenstranges der Curven bewerkstelligt wird.

2) Es entsteht die Frage, ob es zulässig sein würde, mit den Wagentheilen einerseits und mit den festen Bauwerken neben der Bahn andererseits bis an die durch das Normalprofil bezeichneten Grenzen vorzugehen. Es ist leicht nachzuweisen, dass dies namentlich in Betreff des untern Theils des Normalprofils sehr bedenklich sein würde. Der Wagen bildet kein steif und fest zusammenhängendes Ganzes, die Federn gestatten eine merkliche Senkung des Wagenkastens und der an ihm befestigten Theile (Trittbretter u. s. w.) gegen die Schienen; weniger erheblich sind die Bewegungen, welche der Wagen in Folge des Spielraums zwischen Schiene und Spurkranz, sowie zwischen Achsenbüchse und Achsenhalter seitwärts annehmen kann.

Andererseits sind die Schienen nicht als genau festliegende Stellen zu betrachten. Das Gleis senkt sich oft um mehrere Centimeter, auch seitliche Verschiebungen finden Statt. Ungenauigkeiten in der Ausführung können diese Veränderungen in der Lage sehr fühlbar machen.

Es ist endlich zu berücksichtigen, dass die festen Gegenstände, welche auf den Bahnhöfen den untern Ecken des Normalprofils entsprechen, nämlich die Perrons, gewöhnlich nur aus kleinen Maassen gebildet sind, so dass die Theile derselben in Folge des Frostes nicht selten Verschiebungen erleiden.

Hieraus folgt, dass es unzulässig sein würde, wenn man die Höhen der untern Partien des Normalprofils ($0^m,23$ und $0^m,38$) durch feste Gegenstände genau darstellen würde, und wenn man andererseits mit der Unterkante der Trittbretter bei Coupé-Wagen (selbst für einen belasteten Zustand der Wagen bemessen) bis auf die Höhe von $0,38^m$ über Schienenkopf gehen wollte.

Es ist ein gewisses neutrales Gebiet zwischen den Wagentheilen und den Bauwerken erforderlich.

Weniger bedenklich würde es sein, die Maassen des obern Theils des Normalprofils mit den Bauwerken genau einzuhalten, weil die Bestimmungen über die Maximaldimensionen der Wagen daselbst schon einen Spielraum sichern. (Beispielsweise ist die Maximalhöhe der Wagen mit bedeckten Schaffnersitzen nach § 134 der Grundzüge gleich $4^m,57$, während das Normalprofil $4^m,80$ Höhe hat.)

Der oben aufgeführte § 102 der Grundzüge und die Vorschrift, dass Personenwagen mit Coupés bei geöffneten Thüren die Breite von $2^m,900$ nicht überschreiten dürfen (s. § 133 der Grundzüge), weisen auf einen neutralen Streifen von 50^{mm} Breite zwischen den Fahzeugen und den Baulichkeiten hin. Es kommen indess Fälle vor, in denen dies Maass nicht genügend sein würde.

3) Zwischen den Schienen zeigt das Normalprofil, wie dasselbe in der neuesten Ausgabe der Technischen Vereinbarungen (vom Jahre 1876) dargestellt ist, in den Bahnhöfen eine Ueberhöhung von 50^{mm} über der Höhe des Schienenkopfs. Man könnte hieraus schliessen, dass Erhebungen auf der freien Bahn zwischen den Schienen überall nicht gestattet sein sollen. Die Maassen der Wagentheile würden indess mässige Erhebungen dieser Art immerhin noch gestatten. Nach § 134 der Grundzüge sollen die tiefsten Punkte der Wagenconstructionstheile mindestens 130^{mm} über Oberkante der Schienen liegen. (Dasselbe Maass gilt nach § 102 der Grundzüge auch für die tiefsten Punkte der Locomotiven.) Alle Nothkupplungen müssen (nach § 155) wenn sie herabhängen, auch bei belasteten Wagen noch mindestens 75^{mm} von der Schienen-Oberkante entfernt bleiben. Wenn nun eine geringe Erhebung der zwischen den Schienen liegenden Theile der Bahn über Schienenkopf-Höhe, z. B. bei Ueberfahrten, schon deshalb nicht zu vermeiden ist, weil die Fahrschienen sich merklich in die Schwellen einfressen, wenn ferner bei gepflasterten Ueberfahrten darauf ge-

rechnet werden muss, dass ein Zug dieselben passiren kann, bevor das Pflaster gerammt ist, wenn endlich eine Erhebung der Zwangschienen über Schienenkopf nicht selten zweckmässig erscheint: so erscheint es zweckmässig, auch für die freie Bahn ein Maass für die zulässige Erhebung der zwischen den Schienen befindlichen Gegenstände über Schienenkopf festzusetzen. Man könnte hierfür etwa 25^{mm} annehmen.

Es mag noch bemerkt werden, dass auch für Nebengleise ein Vorsprung der fraglichen Art zur Anwendung kommen kann, und es muss in dieser Beziehung an verschiedene Constructionen der Hemmvorrichtungen für Wagen in Nebengleisen, an die Anordnung eines Anschlags für den untern Theil der schweren Thore der Locomotiv-Remisen etc. erinnert werden.

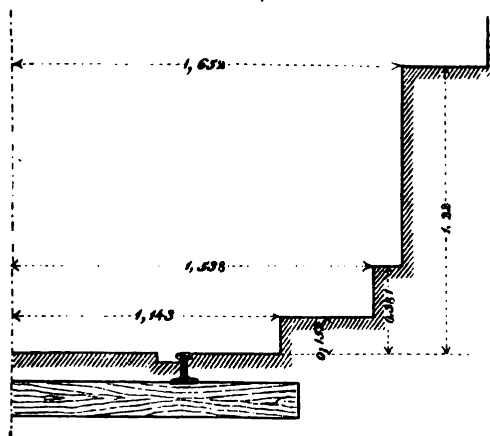
Den vorstehenden Erwägungen ist zuerst in derjenigen Zeichnung des Normalprofils, welche dem Bahnpolizeireglement beigefügt ist, Rechnung getragen.

Eine Erhebung von 50^{mm} ist auch ausserhalb der Schienen seit Erlass des Bahnpolizeireglements auf Bahnhöfen zulässig. Dass man dieselbe nicht früher eingeführt hat, erklärt sich wohl daraus, dass man damals auf die s. g. Bogenfedern Rücksicht zu nehmen hatte, welche fast bis zur Höhe des Schienenkopfes hinabreichten, jetzt aber nicht mehr angewendet werden.

3) An die horizontale Basis des Normalprofils schliessen sich zunächst die s. g. unteren Stufen desselben an, in denen die Perrons der Bahnhöfe und die vor dieselben gelegten Tritte, andererseits aber auch die oberen Theile der Träger mancher eiserner Brücken sich ausprägen. Die Einschränkung der Höhe der untersten Stufe auf $0^m,23$ ist in sachgemässer Weise vorgenommen, weil Theile einzelner Wagen von ungewöhnlicher Construction (z. B. der Wagen zum Transport von grossen Spiegelglaskisten) nahezu bis auf die genannte Höhe hinabreichen.

Die erwähnten Stufen sind unseres Wissens die einzigen Theile des Normalprofils, in Betreff deren verschiedene Verwaltungen von dem ihnen früher unbeschränkt zustehenden Rechte einer Erweiterung des Profils Gebrauch gemacht haben. Es darf nämlich nicht übersehen werden, dass nach Ausweis der §§ 133 und 134 der Grundzüge die Dimensionen der Wagen in selbstständiger Weise festgelegt sind und dass bis zum Jahre 1871 auch bei den Dimensionen der Locomotiven auf das Normalprofil nicht hingewiesen war. Es giebt deshalb verschiedene Locomotiven, deren untere Theile in das Profil hineinreichen. Dasselbe ist der Fall bei manchen Personenwagen mit Durchgang in Betreff der Treppen und nicht selten auch bei Schneepflügen. Güterwagen indess, welche sich ihrer Bestimmung nach anstandslos auf allen Vereinsbahnen bewegen müssen, sind unbedingt innerhalb der Grenzen des Normalprofils zu halten.

Fig. 3.



Erweiterungen an den unteren Theilen des Normalprofils finden beispielsweise

statt: in Württemberg nach Maassgabe des vorstehenden Holzschnitts Fig. 3 und auf ungarischen Bahnen in der Weise, wie Fig. 2 Taf. I zeigt.

Weil nun die unbedingte Anwendung des Normalprofils bei Locomotiven und Personenwagen die Entwickelung der Construction derselben beschränkt, so ist neuerdings die Frage aufgeworfen, ob nicht Veränderungen hinsichtlich der unteren Stufen des Normalprofils angezeigt seien und es hat diese Frage zu nachstehendem Antrage der VI. Techniker-Versammlung Veranlassung gegeben:

»Es mögen die Vereinsverwaltungen veranlasst werden,

a) genaue Erhebungen zu pflegen, ob es möglich ist, die zwei unteren Stufen des Normalprofils für die freie Bahn zu beseitigen oder doch weiter hinauszurücken;

Falls dies jedoch nicht möglich ist:

b) anzugeben, wo und in welchem Umfange Hindernisse bestehen, welche die Beseitigung, eventuell Hinausrückung der zwei unteren Stufen aus dem »Normal-Durchgangs-Profile für freie Bahn« unzulässig machen.«

Es ist nicht wahrscheinlich, dass man die unteren Stufen des Normalprofils des lichten Raumes für die freie Bahn ganz beseitigen wird; ein annehmbarer Mittelweg würde vielleicht in der Annahme einer Abschrägung statt der unteren Stufen bestehen.[20])

4) Die dritte Stufe des Normalprofils ist diejenige Stelle, in Betreff deren sich das Normalprofil für die freie Bahn von dem Profil für die Bahnhöfe unterscheidet. Auf der freien Bahn liegen in dieser Stufe, deren Höhe mit der Höhe der oberen Trittbretter der Wagen correspondirt, zahlreiche Träger eiserner Brücken. Der Abstand derselben von der Gleismitte ist nicht sehr reichlich bemessen.

Die grösste Breite der Wagen in den Tritten ist (nach § 133 der Grundzüge) 10 Fuss engl. oder $3^m,05$. Es bleibt somit in der Höhe des untersten Trittbretts zwischen der Aussenkante desselben und den am meisten vorspringenden Theilen fester Gegenstände neben der Bahn noch ein Abstand von $\left(1^m,65 - \frac{3^m,05}{2}\right) = 0^m,125$, welcher zum wenigsten so gross ist, dass einem auf dem untersten Trittbrett stehenden Schaffner nicht unmittelbar Gefahr erwächst. Eine einigermaassen genügende Sicherheit finden allerdings diese Beamten bei Coupé-Wagen erst, wenn sie auf dem obern Trittbrett stehen.

Auf den Bahnhöfen erhebt sich die dritte Stufe bis zur Höhe des Wagenplateaus und sie wird in dieser Höhe beizubehalten sein, so lange es hohe Perrons giebt und so lange Verladerampen neben Gleisen, auf welchen sich Züge bewegen, erbaut werden. Die Höhe der fraglichen Stufe ($1^m,22$) stimmt mit der im § 138 der Grundzüge empfohlenen mittleren Höhe des Fussbodens der Güterwagen überein. Dagegen correspondirt die neuerdings empfohlene Höhe ($1^m,12$) mit dem für die Wagen- und Viehrampen im § 82 der Grundzüge vorgeschriebenen Hochmaasse.

5) Die oberen Theile des Normalprofils geben nur zu wenigen Bemerkungen Veranlassung.

Die kräftige Erweiterung, welche das Normalprofil in einer Höhe von $1^m,22$ über

---

[20]) Ueber obigen Gegenstand ist die ausführliche Auseinandersetzung: »Möglichkeit zur theilweisen Beseitigung der unteren Stufen im Normalprofil des lichten Raumes«. Organ 1875. p. 295 zu vergleichen.

Schienenkopf (Höhe der Wagensohle) findet, ist zunächst durch die Rücksicht auf aufgehende Seitenthüren von Coupé-Wagen hervorgerufen.

Diese Erweiterung ist aber auch deshalb erforderlich, weil die Reisenden sich mitunter ziemlich weit aus den Fenstern der Wagen hinauslehnen. Andererseits werden durch die äussersten Linien des Normalprofils der Breite der Coupéwagen Grenzen gesetzt.[21])

In den obersten schrägen Linien des Normalprofils zeichnen sich die Begrenzungen der Tunnels und verschiedener Wegebrücken. Die in einer Höhe von $3^m,89$ über Schienenkopf befindliche Ecke wird von den auf die Wagen gesteckten Signalfahnen nahezu erreicht.

6) Für den Gleisabstand doppelgleisiger Strecken ist das Normalprofil nicht ohne Weiteres maassgebend, man muss vielmehr bei Beurtheilung desselben auf die Dimensionen der Wagen zurückgehen.

Nach § 7 der Grundzüge ist $3^m,5$ der Minimalabstand der letztgenannten Gleise. Vergleicht man hiermit die Maximal-Ausladung der Wagen ($3^m,05$), so ergiebt sich, dass zwischen den Trittbrettern $0^m,45$ Breite freibleibt, so dass ein Mann, in der Mitte zwischen zwei kreuzenden Zügen stehend, von den Trittbrettern der Wagen nicht berührt wird. Dagegen können zwei Coupé-Wagen, welche sich in kreuzenden Zügen befinden, nicht ungefährdet an einander vorbeipassiren, wenn zufällig die Seitenthüren an beiden weit geöffnet werden sollten. Es hat diesen Umständen entsprechend der § 7 der Grundzüge eine Umarbeitung erfahren, wodurch eine Mittenentfernung der Gleise von 4^m bei neuen Bahnen überhaupt und namentlich dann empfohlen wird, wenn zu einem Doppelgleise noch weitere Gleise hinzutreten.

7) Für Bahnhofsnebengleise, auf welchen nur einzelne Wagen oder Locomotiven verkehren, hat das Normalprofil des lichten Raumes keine Gültigkeit. Man muss deshalb auch bei Festsetzung der Abstände der Baulichkeiten, welche sich an Gleisen der fraglichen Art befinden, die Dimensionen der Wagen direct zu Rathe ziehen. Dies ist u. A. der Fall bei Ermittelung der Weiten der Thore für Locomotiv- und Wagenschuppen, namentlich aber beim Entwerfen von Güterschuppen und Verladerampen. Bei ersteren können die Dimensionen des Normalprofils nicht vollständig eingehalten werden. Die Ladeperrons müssen nahezu bis an die Kante des Wagenplateaus reichen. Die Trittstufen der zu den Perrons führenden Treppen müssen aber in Rücksicht auf die Trittbretter der Wagen etwas eingezogen werden. Die Dächer müssen bedeckte Bremsersitze durchlassen. Auf diese Weise lassen sich die Abmessungen der Schuppen durch Berücksichtigung der Wagen-Dimensionen leicht festlegen. Allgemeine Vereinbarungen sind über diesen Punkt bislang nicht getroffen.

Die französischen Bahnen haben ein erheblich kleineres Profil des lichten Raumes als die deutschen. Man findet deshalb auf der Strecke Zabern-Avricourt der Elsass-Lothringischen Reichsbahnen ein Ausnahms-Profil, welches auf Tafel I[a] Fig. 2 dargestellt ist. Das Normalprofil des lichten Raumes gilt nach Maassgabe der Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen auch für letztere, so oft ein Uebergang der Wagen der Hauptbahnen auf die secundären Bahnen angenommen

---

[21]) In Betreff neuerer Erhebungen über die Beziehungen der Wagenbreiten zu dem Normalprofil des lichten Raumes ist die Frage B. 51 der VI. Techniker-Versammlung: »Stehen Bedenken, event. welche, entgegen, dass die nach § 133 der Technischen Vereinbarungen vom Juni 1871 zulässige Breite der Personen-Wagenkasten um 20 bis 25^{cm} grösser angenommen wird?« zu vergleichen.

wird. Wenn dies nicht der Fall ist, so soll bei Bahnen von normaler Spurweite der lichte Raum analog jenem Profile nach Maassgabe der festgestellten Wagenbreite und Höhe für jeden Fall normirt werden. Für die schmalspurigen Bahnen sind ebenfalls Normalprofile in diesen Grundzügen entworfen, und zwar im Allgemeinen nach dem Principe, dass die Breite der Fahrzeuge (Maschinen, Tender und Wagen) an keinem Punkte mehr als das $2^1/_2$fache und die Höhe keines Theils derselben mehr als das Vierfache der Spurweite betragen soll.

§ 13. Minimal-Durchfahrts- und Maximal-Ladeprofile. — Es ist oben erwähnt, dass das Normalprofil des lichten Raumes im Jahre 1857 festgesetzt wurde. Die älteren Bahnen haben deshalb fast ohne Ausnahme Bauwerke, welche in das Normalprofil hineinragen. Wenn nun auch die Anzahl derartiger Bauwerke im Laufe der Zeit merklich verringert ist, weil man einen Theil derselben — nicht selten mit erheblichen Kosten — beseitigt hat, so muss man doch bei älteren Bahnen das »Minimal-Durchfahrts-Profil« von dem Normalprofile des lichten Raumes unterscheiden. Das erstere erhält man, durch Eintragen der Silhouetten sämmtlicher in das Bereich des Normalprofils des lichten Raumes hineinragender Bauwerke in eine Zeichnung dieses Profils.

Beispielsweise ist das Minimal-Durchfahrts-Profil der Köln-Mindener Bahn auf Tafel I^a, Fig. 1 dargestellt.[22]

Die Minimal-Durchfahrts-Profile bilden die Basis für die Ladeprofile. Dieselben wurden früher bei jeder Bahn besonders und in den Einzelnheiten oft ziemlich willkührlich gewählt. Gelegentlich der Dresdener Conferenzen wurde ein allgemeiner Austausch der Minimal-Durchfahrts- und der Lade-Profile beschlossen.

Ein für den ganzen Umfang des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen zulässiges Maximal-Ladeprofil für die Beladung offener Wagen wurde im J. 1866 entworfen, und in der im Juli 1867 zu Mainz abgehaltenen Generalversammlung des Vereins genehmigt. Dies Profil hatte dieselbe Breite, wie das unten unter *B* genannte ($3^m,0$), war aber $0^m,2$ niedriger. Sämmtliche Verwaltungen wurden ersucht, den Abstand zwischen denselben und dem Minimal-Durchfahrts-Profile auf mindestens 15^{cm} (6″ engl.) zu bringen.

Das Ladeprofil vom Jahre 1867 ist auf Tafel I, Fig. 1 dargestellt.

Im Jahre 1872 wurde die Feststellung eines neuen, grösseren Ladeprofils für den durchgehenden Verkehr angeregt. Die umfangreichen Vorarbeiten, welche einer derartigen Ermittelung vorangehen müssen, wurden deshalb von Neuem vorgenommen und zwar diesesmal unter Berücksichtigung der Mittenentfernung der Gleise und des Umstandes, ob die hindernden Objecte in gerader Linie oder in einer Curve liegen.[23]

---

22) Bei der Darstellung der Minimal-Durchfahrts-Profile werden die einzelnen einengenden Bauwerke namhaft gemacht. Beispielsweise gilt für die Fig. 1 auf Tafel I^a folgende Erläuterung:

a. Hoppengartener Tunnel (ger. Linie) . . . . . b. Rampenmauer in Minden . . . . c. Perrons in Minden und Siegen	Hauptgleise.
1. Rampe und Güterschuppen auf Bahnhof Löhne 2. Kohlenbühne auf Bahnhof Dortmund . . . . 3. Weichenstellerbude auf Bahnhof Minden . . . 4. Güterschuppen auf Bahnhof Brackwede . . . 5 und 6. Güterschuppen auf Bahnhof Gelsenkirchen	Nebengleise.

23) Man vergleiche:

Die Minimal-Durchfahrts- und Maximal-Ladeprofile der dem Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahnen, zusammengestellt von der Redaction des technischen Vereins-Organs (C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden) und ferner

Als Resultat ergaben sich die seitens des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen bereits genehmigten vier Ladeprofile, wie dieselben in der Figur 2, Tafel I und auf Tafel I^a dargestellt sind.

Die Dimensionen dieser Profile und die Bahnen, auf welchen dieselben zur Anwendung kommen, gehen aus Nachstehendem hervor:

A) Ein Ausnahms-Profil (s. Fig. 2, Tafel I^a) haben aus dem oben angegebenen Grunde die Linie Zabern-Avricourt der Elsass-Lothringischen Reichseisenbahnen und die Wilhelm-Luxemburger Bahnen. Dasselbe hat $3^m,0$ Breite und $4^m,150$ Höhe, ist oben halbkreisförmig begrenzt und auf sämmtlichen Bahnen des Vereins zulässig.

B) Ein Ladeprofil von $3^m,0$ Breite und $4^m,400$ Höhe (oben halbkreisförmig begrenzt, s. Fig. 2, Tafel I^a) haben folgende Bahnen:

1) die Linien der Elsass-Lothringischen Bahnen (excl. Zabern-Avricourt),
2) die Kirchheimer Zweigbahn,
3) die Linie Mühlacker-Stuttgart-Ulm der Württembergischen Staatsbahn,
4) die Zweigbahn Orawitza-Steierdorf der Oesterreichischen Staatsbahn-Gesellschaft,
5) die Linien Wien-Mürzzuschlag-Graz, Steinbrück-Triest, Nabresina-Cormons und Kufstein-Ala der Oesterreichischen Südbahn,
6) die Theisbahn und
7) die Linie Lüttich-Limburg der Niederländischen Staatsbahnen.

Das bezeichnete Ladeprofil ist auf den nachstehend unter C und D aufgeführten Bahnen zulässig.

C) Ein Ladeprofil von $3^m,15$ Breite und $4^m,500$ Höhe, (oben halbkreisförmig s. Fig. 1, Tafel I^a) haben:

1) Die Badischen Staatsbahnen,
2) Bergisch-Märkische Bahn,
3) Berlin-Anhaltische Bahn,
4) Berlin-Görlitzer Bahn,
5) Zweigbahn Wittenberge-Lüneburg-Buchholz der Berlin-Hamburger Bahn,
6) Berlin-Potsdam-MagdeburgerBahn,
7) Breslau-Schweidnitz-Freiburger Bahn,
8) Breslau-Warschauer Bahn,
9) Glückstadt-Elmshorner Bahn,
10) Halle-Sorau-Gubener Bahn,
11) Hannover-Altenbekener Bahn,
12) Köln-Mindener Bahn (Stammbahn),
13) Lübeck-Büchener und Lübeck-Hamburger Bahn,
14) Märkisch-Posener Bahn,
15) Nassauische- und Taunus-Bahn,
16) Niederschlesisch-Märkische Bahn,
17) Nordhausen-Erfurter Bahn,
18) Aeltere Linie der Oberschlesischen Bahn,
19) Preussische Ostbahn,
20) Pfälzische Eisenbahnen,
21) Linie Köln-Aachen-Herbesthal der Rheinischen Bahn,
22) Sächsische Staatsbahnen,
23) Westphälische Bahn,
24) Arad-Temesvarer Bahn,
25) Böhmische Nordbahn,
26) Kaiser Ferdinands-Nordbahn (Hauptlinie),
27) Lemberg-Czernowitz-Jassy-Bahn,
28) Oesterreichische Staatsbahn (Hauptlinie),
29) Oesterreichische Südbahn (mit Ausnahme der oben unter B 5. genannten Linien),
30) Grand-Central-Belge und Aachen-Mastrichter Bahn,
31) Niederländische Rhein-Eisenbahn.

Das Profil C ist auch auf den nachstehend unter D aufgeführten Bahnen zulässig.

D. Das Normal-Ladeprofil erhält $3^m,200$ Breite und $4^m,650$ Höhe. Die

---

das III. Cap. des vierten Bandes unseres Handbuchs (§ 11).

Zur Vereinfachung der Messungen, welche behufs Ermittelung der Minimal-Durchfahrtsprofile erforderlich sind, ist neuerdings vom Directions-Ingenieur Fritzsche in Dresden ein »Profil-Messwagen« construirt s. Organ 1876. p. 60.

Form desselben ergiebt sich aus dem Normalprofil des lichten Raumes, indem oben und im Bereich der dritten Stufe des letzteren 0m,150 Spielraum gerechnet werden (s. Fig. 2, Tafel I).

Das Normal-Ladeprofil ist zulässig auf folgenden Bahnen:

1) Altona-Kieler Bahn,
2) Bayerische Ostbahnen),
3) Bayerische Staatsbahnen.
4) Berlin-Hamburger Bahn (Stammb.),
5) Berlin-Stettiner Bahn,
6) Braunschweigische Eisenbahnen,
7) Crefelder Industrie-Bahn,
8) Eutin-Lübecker Bahn,
9) Frankfurt-Bebraer Bahn,
10) Hannoversche Staatsbahnen.
11) Hessische Ludwigsbahn,
12) Homburger Bahn,
13) Linien Deutz-Giessen und Venlo-Hamburg der Köln-Mindener Bahn,
14) Leipzig-Dresdener Bahn,
15) Magdeburg-Halberstädter Bahn.
16) Magdeburg-Leipziger Bahn.
17) Main-Neckarbahn,
18) Main-Weserbahn,
19) Mecklenburgische Friedrich-Franz-Eisenbahn,
20) Oberhessische Bahn,
21) Neuere Linien der Oberschlesischen Bahn,
22) Oldenburgische Eisenbahnen,
23) Ostpreussische Südbahn,
24) Rechte Oder-Ufer-Eisenbahn,
25) Rheinische Eisenbahn (mit Ausnahme der Linie Köln-Aachen-Herbesthal),
26) Saarbrücker und Rhein-Nahe-, Bruchsal-Mühlacker-Eisenbahn,
27) Thüringische Bahn,
28) Tilsit-Insterburger Bahn,
29) Württembergische Staatsbahn (mit Ausnahme der Strecke Stuttgart-Ulm),
30) Alföld-Fiumaner Bahn,
31) Aussig-Teplitzer Bahn,
32) Böhmische Westbahn,
33) Buschtěhrader Bahn,
34) Dniester Bahn,
35) Donau-Drau-Eisenbahn,
36) Dux-Bodenbacher Bahn,
37) Fünfkirchen-Barcs'er Bahn,
38) Galizische Karl-Ludwig-Bahn.
39) Graz-Köflacher-Bahn,
40) Kaiser Ferdinands-Nordbahn (Flügelbahnen) und Mährisch-Schlesische Nord-Bahn,
41) Kaiser Franz-Joseph-Bahn,
42) Kaiserin Elisabeth-Bahn,
43) Kaschau-Oderberger Bahn,
44) Kronprinz Rudolf-Bahn,
45) Mährisch-Schlesische Centralbahn,
46) Mohacs-Fünfkirchener Bahn,
47) Oesterreichische Nordwestbahn,
48) Pilsen-Priesener Bahn,
49) Prag-Duxer Eisenbahn,
50) Erste Siebenbürger Eisenbahn,
51) Süd-Norddeutsche Verbindungsbahn,
52) Turnau-Kralup-Prager Bahn,
53) Erste Ungarisch-Galizische Eisenbahn,
54) Ungarische Nordostbahn,
55) Ungarische Ostbahn,
56) Ungarische Staatsbahn,
57) Ungarische Westbahn,
58) Vorarlberger Eisenbahn,
59) Holländische Eisenbahn,
60) Lüttich-Mastrichter Bahn,
61) Niederländische Centralbahn,
62) Niederländische Staatseisenbahnen mit Ausnahme der Linie Lüttich-Limburg,
63) Nordbrabant-Deutsche Eisenbahn,
64) Warschau-Wiener und Warschau-Bromberger Bahn.

Die Feststellung des Normalprofils des lichten Raumes und die Durchführung desselben bei Neubauten, grösseren Ergänzungen und Umbauten, nicht minder auch die Feststellung der verschiedenen Ladeprofile müssen als nicht zu unterschätzende Errungenschaften, welche die Eisenbahntechnik dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen verdankt, bezeichnet werden.[24]) Die früher aufgestellten Verbands-Ladeprofile sind in Folge der neueren einschlägigen Arbeiten entbehrlich geworden.

[24]) Ueber die Geschichte des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen vergl. man die Bemerkungen im § 10 des ersten Capitels und Eisenbahn-Vereins-Zeitung 1861, p. 5, sowie die bei Gelegenheit der 25jährigen Jubelfeier herausgegebene Broschüre: Rückblick auf Gründung und Wirksamkeit des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. Berlin 1871.

§ 14. Stellung der Fahrzeuge in den Curven. — Nachdem wir im Vorstehenden die Beziehungen zwischen den Breitendimensionen der Eisenbahnfahrzeuge und dem Abstande der Bauwerke vom Gleise kennen gelernt haben, ist nunmehr nachzuweisen, in welchen Beziehungen die Längendimensionen, namentlich der Radstand der Fahrzeuge zu den Radien der Bahncurven stehen.

Als Voruntersuchung hierzu sind einige Bemerkungen über die Stellung der Fahrzeuge in den Curven unentbehrlich.

Wir unterscheiden die Grenzstellung und die normale Stellung.

Die Grenzstellung ist vorhanden, wenn das Fahrzeug derartig in eine Curve eingestellt ist, dass eine Verringerung des Radius eine Entgleisung zur Folge haben müsste. Bei der Grenzstellung, welche durch nachstehende Figur 5 (s. p. 54) veranschaulicht ist, berühren die Innenkante AB des äusseren Curvenstranges die Punkte a und b der Spurkränze und die Innenkante $A_1 B_1$ des inneren Stranges die Punkte h und i derselben.

Aus praktischen Rücksichten lässt man diese Grenzstellung in Wirklichkeit nie eintreten, die Spurerweiterung, welche in allen scharfen Curven angeordnet wird, und die Abschrägung der Spurkränze lassen vielmehr den Spielraum zwischen den Schienen und den Spurkränzen nie ganz verschwinden. Immerhin kann man sich indess auf Grund der besprochenen Stellung einen Anhaltspunkt über die Minimalradien der Bahncurven verschaffen, wie in dem folgenden Paragraph weiter ausgeführt werden wird.

Die normale Stellung der Fahrzeuge in den Curven ergiebt sich leicht für den Fall, dass ein einzelner Wagen langsam durch eine Curve geschoben wird, welche ohne Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges ausgeführt ist. Den gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen entsprechend soll angenommen werden, dass der mit den Schienen in Berührung kommende Theil des Radreifenprofils in Folge der Abnutzung die Gestalt einer Ellipse oder eines Korbbogens angenommen hat.

Die Drehung des Wagens, welche in der Curve stattfindet, kann nur unter der Einwirkung von Kräftepaaren vor sich gehen. Ein solches Kräftepaar wird durch die Reaction der äusseren Schiene auf das äussere Vorderrad und durch die Reaction der inneren Schiene auf das innere Hinterrad hervorgerufen. Die Mitte der genannten Räder hebt sich von der Mitte des Schienenkopfes ab und die Räder stützen sich auf den abgerundeten Theil desselben. Hierdurch wird ein stetiges Gleiten in der Richtung der Radachsen erzeugt.

Die normale Stellung des Wagens ist somit in dem genannten Falle derart, dass sich der Spurkranz des äusseren Vorderrades dem äusseren Curvenstrange und der Spurkranz des inneren Hinterrades dem inneren Strange näheren.[25])

Ausser der vorhin erwähnten Drehkraft tritt nun zwar noch eine andere auf, welche in der Richtung der Schienen liegt und eine Folge des theilweisen Gleitens der Räderpaare in der Bewegungsrichtung ist. Das Moment dieser Drehkraft ist aber vergleichsweise unbedeutend, auch wirkt dieselbe je nach der relativen Lage der Spitzen der Rollkegel zum Curvenmittelpunkte bald rechts, bald links drehend.

Complicirter sind die Verhältnisse, wenn ein aus vierrädrigen Wagen bestehender Wagenzug von einer Locomotive durch eine Curve geführt wird. In diesem

---

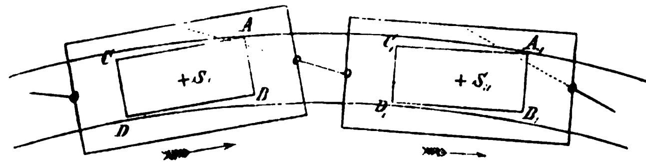
25) Man vergl. hierüber auch Zeitschr. für Bauwesen 1859, p. 359.

Falle werden bei Beurtheilung der Stellung der Wagen folgende Factoren zu berücksichtigen sein:

1) Die ursprüngliche Stellung der Wagen beim Eintritt in die Curve,
2) die Richtung der Zugketten,
3) die Spannung in denselben,
4) die Geschwindigkeit des Zuges und die von derselben abhängige Centrifugalkraft,
5) die Reibung, welche entsteht, wenn die Räder sich seitwärts auf den Schienen verschieben wollen, und verschiedene andere Nebenumstände.

Zu 1. Die ursprüngliche Stellung der Wagen beim Eintritt in die Curve ist die vorstehend besprochene.

Fig. 4.



Zu 2. Die Richtung der Zugketten wird im Allgemeinen derart sein, dass Verlängerungen derselben, wie in vorstehender Fig. 4 gezeichnet ist, ausserhalb der Schwerpunkte $S, S_{,,}$ der Wagen vorbeigehen. Es kann indess, namentlich bei Curven mit grossen Radien und stark ausgelaufenen Rädern, ausnahmsweise auch der Fall vorkommen, dass jene Linien durch den Schwerpunkt des Wagens oder innerhalb desselben hergehen, wenn die Hinterachse $C'\ D'$ des vordern Wagens durch irgend einen Umstand nach aussen geführt wird.

Zu 3. Die Spannungen in den Zugketten nehmen in einem Wagenzuge von vorn nach hinten allmählich ab, sie sind dem gesammten Widerstande gleich, welche der hinter einer bestimmten Zugkette befindliche Theil des Wagenzuges der Bewegung entgegensetzt.

Zu 4. Die Geschwindigkeit des Zuges erzeugt eine Centrifugalkraft. Ist dieselbe gross oder die Ueberhöhung der Curve unzureichend, so treibt sie die Wagen nach auswärts, weit häufiger und beispielsweise bei allen Güterzügen tritt aber der Fall ein, dass die Geschwindigkeit im Vergleich mit der Ueberhöhung des äussern Schienenstranges nur unbedeutend ist. Alsdann ergiebt sich nach Abzug der Centrifugalkraft von dem relativen Gewicht des Wagens noch immer ein Druck, welcher die Wagen nach innen treibt.

Zu 5. Wenn irgend eine der vorhin genannten Kräfte durch seitliche Verschiebung die Stellung der Wagen in der Curve verändern will, so ist die Reibung der Radreifen auf den Schienen zu überwinden. Diese Reibung ist sehr bedeutend und zwar für eine Achse etwa gleich dem zwanzigsten Theile des Gewichts des Wagens. Eine überschlägliche Berechnung der sub 3 und 4 bezeichneten Kräfte für verschiedene Fälle zeigt, dass die radialen Resultanten derselben nur ausnahmsweise die Grösse der genannten Reibung erreichen und selbst wenn dieselben erheblich sind, wird, soweit die Centrifugalkraft in Frage kommt, zunächst nur das Obergestell des Wagens seine Lage verändern, die Achsen werden in Folge der Beweglichkeit der Federaufhängung erst später und bei verstärkten Einwirkungen eine

Stellung zu den Schienen einnehmen, welche von ihrer ursprünglichen Stellung beim Eintritt in die Curve abweicht.

Im Vorstehenden ist nur auf den Fall Rücksicht genommen, dass der Zug auf horizontaler Bahn oder aufwärts auf einer Steigung bewegt wird. Sobald ein Zug bergabwärts fährt, wird die Spannung in den Zugketten gleich Null. Dagegen aber tritt eine Spannung in den inneren Buffern ein, welche die Wagen nach aussen treibt.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Wagen eines Wagenzugs sehr verschiedenartigen Einwirkungen unterworfen sind, aus denen Kräfte resultiren, welche bald nach dem Innern der Curven, bald nach aussen wirken.

Eine annähernde Abwägung der Grösse der im Vorstehenden erwähnten Einwirkungen ergiebt Folgendes:

a) Bei allen Zügen werden die Locomotiven in den Curven die oben besprochene Stellung eines einzelnen Wagens beibehalten; nur selten wird in Folge bedeutender Spannung in der Kuppelung und in Folge ihrer schrägen Richtung eine Verschiebung der Hinterachse nach aussen eintreten, unter allen Umständen wird aber der Spurkranz des äusseren Vorderrades an der äusseren Schiene schleifen und zwar unter ungünstigen Umständen stärker, als die Spurkränze der Hinterräder. — Dies ist Veranlassung der bedeutenden Abnutzung der Vorderräder der Locomotiven, worüber die Beobachtungen v. Weber's (Organ 1848 p. 140) und auch Organ 1866 p. 130 zu vergleichen.

b) Bei den Güterzügen werden die vorderen Wagen vorzugsweise die vorhin bezeichnete Stellung einnehmen. Noch mehr, als die Genannten, werden die am Ende des Zuges befindlichen Wagen mit den Spurkränzen der äusseren Vorderräder an den äusseren Schienen schleifen, weil für diese Wagen die Spannungen in den Zugketten weniger bedeutend sind, was zur Folge hat, dass die Kraft, welche die Vorderräder von den Schienen ablenkt, verringert wird.

Im Allgemeinen haben die Spannungen in den Zugketten nur einen geringen Einfluss auf die Drehung und auf die Stellung der Wagen in den Curven.

c) Bei allen bergabfahrenden und gebremsten Zügen entsteht in Folge der Spannung in den inneren Buffern ein Bestreben, die äusseren Räder den äusseren Schienen zu nähern.

d) Bei Personenzügen und namentlich bei Schnellzügen wird häufig der Fall eintreten, dass die nach aussen wirkenden Kräfte überwiegen und auch stark genug sind, um die seitliche Reibung der Räder auf den Schienen zu überwinden. Alsdann werden sämmtliche Räder an der äusseren Schiene anlaufen. Es kann aber auch der Fall vorkommen, dass dieselben wie in gerader Bahn abwechselnd die eine und die andere Seite berühren.

Hieraus geht hervor, dass je nach Umständen entweder das äussere Vorderrad und das innere Hinterrad, oder das innere Vorderrad und das äussere Hinterrad, oder dass das äussere Vorderrad und das äussere Hinterrad, oder dass das innere Vorderrad und das innere Hinterrad, dass überhaupt jede beliebige zwei Räder eines vierrädrigen Wagens an die betreffenden Schienen anlaufen.[26])

---

[26]) In dieser Weise charakterisirt Oberbaurath Scheffler in Braunschweig in einer Broschüre über »Die Wirkung zwischen Schiene und Rad« (welche indess nicht in den Buchhandel gekommen ist) auf Grund theoretischer Untersuchungen die Stellung der vierrädrigen Wagen in den Curven. Man findet daselbst auch eine ausführliche Besprechung über die Stellung der sechs-

In scharfen Curven ist aber diejenige Stellung, wobei das äussere Vorderrad der äusseren Schiene und das innere Hinterrad der inneren Schiene sich nähert, die normale und es haben die Fahrzeuge in derartigen Curven im Allgemeinen und namentlich bei Güterzügen (auf welche es hier am meisten ankommt), das Bestreben, sich so zu stellen, dass die Hinterachse radial oder annähernd radial steht. Nur ausnahmsweise treten die anderen Stellungen, welche vorhin namhaft gemacht sind, ein.

Anders verhält sich die Sache in schwach gekrümmten Bahnstrecken. In diesen combinirt sich die Art und Weise, wie die Fahrzeuge in gerader Bahn laufen mit der für scharfe Curven normalen Art der Bewegung und es schwanken die Wagen um die für letztere normale Stellung.

Die im Vorstehenden erörterte Erscheinung ist in neuerer Zeit auch durch eine gründliche theoretische Untersuchung von Bödeker (Ueber die Bewegung vierrädriger Eisenbahnwagen in Curven, s. Zeitschr. f. Bauw. 1873 p. 345) nachgewiesen. Der Verfasser untersucht zunächst die Bewegung eines einzelnen Wagens, zeigt die Wirkung der Conicität der Radreifen auf die Bewegung desselben und geht dann über zur Anwendung der gefundenen Resultate auf einen Wagenzug. Unter Voraussetzung constanter Geschwindigkeit und normaler Ueberhöhung der äusseren Schiene werden die Kräfte aufgesucht, unter deren Einwirkung der Wagenzug sich durch eine Curve bewegt. Die so für normale Ueberhöhung gefundenen Formeln werden dann modificirt für den Fall, dass die Ueberhöhung der äusseren Schiene zu stark oder zu schwach ist und schliesslich wird noch an Beispielen gezeigt, in welcher Weise der Arbeitsverlust, den Curven erzeugen, von der Grösse des Spielraums, des Curvenradius, des Radstandes und der Conicität der Radreifen abhängt. — Das Nähere über diese umfangreiche und sehr beachtenswerthe Arbeit ist indess nicht an dieser Stelle, sondern bei Besprechung des Arbeitsverlustes in Curven (der s. g. Curvenwiderstände) aufzunehmen.

§ 15. Geschichtliches über die Radien der Bahncurven. Ermittelung der Minimalradien und der Normalradien derselben. — Eine Betrachtung der geschichtlichen Entwickelung der Eisenbahntechnik zeigt die auffallende Thatsache, dass man trotz fortschreitender Zunahme des Radstandes der Fahrzeuge nach und nach immer weniger Bedenken findet, Curven mit kleineren Radien zuzulassen.

Die Curven der Liverpool-Manchester-Bahn hatten fast sämmtlich Radien von 1000^m und darüber. Brunel brachte auf der Bahn London-Bristol sogar nur Curven von 6400 bis 11000^m zur Anwendung. Für die Bahnen von Paris nach St. Germain und von Paris nach Auteuil wurden 2000^m als Minimalradius für die Curven vorgeschrieben und es wurde noch dazu verlangt, dass die Curven in einer Horizontalen und die Steigungen (von nur $0^m,001$) in geraden Linien liegen sollten. Als Mittelwerth der Minimalradien für die älteren Hauptbahnen kann man 1500^m annehmen. Vorstehende Angaben beziehen sich sämmtlich auf die freie Bahn.

Das zuletzt erwähnte Maass galt anfangs auch in Deutschland bis das Studium der amerikanischen Bahnen zu einer Umwandlung der Ansichten der Ingenieure über

---

rädrigen Wagen. Bei hinreichender Verschiebbarkeit der Mittelachse wird die Stellung dieser Wagen wohl nicht wesentlich von der Stellung vierrädriger Wagen abweichen.

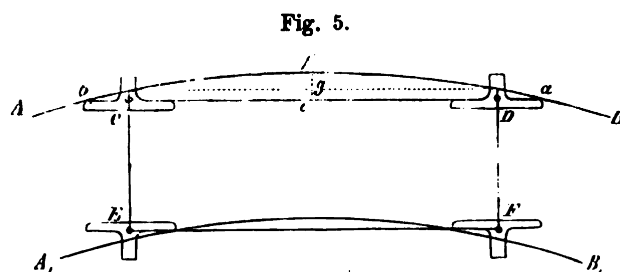
Ferner ist die Stellung der Wagen in Curven eingehend und unter Abschätzung der Grösse der wirkenden Kräfte besprochen in den »Vorträgen über Eisenbahnbau. Erstes Heft. Der Eisenbahn-Oberbau von Dr. E. Winkler«. 2. Aufl. p. 32.

die Zulässigkeit kleinerer Radien führte. Die berühmten Steigen, welche bei uns in den vierziger Jahren ausgeführt wurden, erhielten neben ungewöhnlichen Steigungsverhältnissen auch scharfe Curven. Auf der Steige zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast der sächsisch-bayrischen Bahn kamen Curven von 438^m zur Anwendung, auf der Geislinger Steige zwischen Stuttgart und Ulm solche von 260^m Radien, auf der Semmering-Bahn solche von 285^m in der Rampe und eine von 190^m in der Nähe des Semmering. Die beiden zuletzt genannten Steigen sind für Betriebsmaterial amerikanischer Construction gebaut und zeigen deshalb schärfere Curven als die erstgenannte.

Der Fortschritt, welcher in gedachter Beziehung gemacht wurde, ist zum Theil als eine Folge verschiedener Verbesserungen an der Construction der Locomotiven und Wagen zu bezeichnen. Von wesentlichem Einfluss ist es aber auch gewesen, dass man den Einfluss der Curven auf die Vermehrung der Betriebskosten und namentlich auf die Zugwiderstände näheren Untersuchungen unterzog, welche das Ergebniss lieferten, dass derselbe bei weitem nicht so bedeutend ist, als man früher anzunehmen geneigt war.

Die Hauptfactoren bei Bestimmung der Curvenradien sind nun die Dimensionen der Fahrzeuge und die Terrainverhältnisse, ausserdem sind die Längen der Curven und die Geschwindigkeit, mit welcher dieselben befahren werden, von Einfluss.

Fig. 5.



Wir beginnen mit einer Ermittelung der **Minimalwerthe** für die Curvenradien aus den Dimensionen der Fahrzeuge und legen dabei die im vorstehenden Paragraph erörterte Grenzstellung derselben zu Grunde.[27])

In nebenstehender Figur sind bei C, D, E und F die Horizontalschnitte der Räder in der Höhe des Schienenkopfes angedeutet. Die Spurkränze sind aus dem eben angegebenen Grunde scheibenförmig gedacht.

Es werde bezeichnet

Fig. 6.

mit t der Radstand des Wagens $= CD$,
- s der gesammte Spielraum der Spurkränze zwischen den Schienen in gerader Bahn,
- ρ der Radius der Wagenräder und
- m die Höhe der Spurkränze, d. h. das Maass DD_1 (s. Fig. 6), um welches sie unter den Schienenkopf hinabreichen.

Alsdann hat man (genau genug):

$$m = \frac{\overline{Da}^2}{2\rho} \quad \text{oder} \quad \overline{Da} = \sqrt{2\rho m},$$

$$eg = \frac{s}{2},$$

$$gf = \frac{t^2}{8r},$$

[27]) Aeltere Untersuchungen findet man u. A. Civilingenieur V. p. 158 und Zeitschr. f. Bauw. 1859, p. 580.

$$\overline{ef} = \frac{(\overline{eD} + \overline{Da})^2}{2r} = \frac{\left(\frac{t}{2} + \sqrt{2\rho m}\right)^2}{2r}.$$

Hieraus folgt, weil

$$\overline{ef} = \overline{eg} + \overline{gf},$$

$$\frac{\left(\frac{t}{2} + \sqrt{2\rho m}\right)^2}{2r} = \frac{s}{2} + \frac{t^2}{8r}$$

und weiter, nach einer kleinen Reduction,

$$r = \frac{1}{s}\left(2\rho m + t\sqrt{2\rho m}\right).$$

Setzt man in dieser Formel

$s = 0{,}010 - 0{,}003 = 0{,}007$ (vergl. die §§ 160 und 164 der Grundzüge),

$m = 0{,}025$,

$\rho = 0{,}5$ (Halbmesser der Wagenräder),

so erhält man (in runden Zahlen):

$r = 4 + 23\,t$

oder für $t = 7^m{,}0$

$r = 145^m$.

Behält man für s und m die obigen Werthe bei, setzt aber $\rho = 1{,}0$ (Halbmesser grosser Locomotivräder), so ergiebt sich

$r = 7 + 32\,t$

oder für $t = 4^m{,}5$

$r = 151^m$.

Gegen die obige Rechnung lässt sich nun einwenden, dass der Werth für m zu hoch gegriffen sei, dass bei der üblichen Gestalt der Spurkränze die äussersten Theile derselben nie mit den Schienen in Berührung kommen können, und ferner, dass auf die Spurerweiterung keine Rücksicht genommen sei. — In Rücksicht auf diese Mängel bedarf es der Bestätigung des Resultats der vorstehenden Rechnung durch die Erfahrung. Eine solche Bestätigung ergiebt sich nun u. A. aus dem § 63 der Grundzüge:

»Ausweichungen, durch welche ganze Züge fahren, sollen mit Radien von mindestens 180^m angelegt werden. Wünschenswerth ist es, die Endweichen der Bahnhöfe mit Radien von etwa 300^m zu construiren.«

Für Weichen, welche nicht von Zügen befahren werden, ist ein Minimalradius von 150^m zulässig. Dies Maass war auch in den älteren Ausgaben der Techn. Vereinbarungen namhaft gemacht.

Für Wagen von 4^m Radstand ergiebt unsere Formel einen Radius von 96^m. Die Industriebahnen in der bayrischen Pfalz haben thatsächlich Curven bis zu 100^m Radius und diejenigen, welche sich an Linien der österreichischen Südbahn anschliessen, solche bis zu 85^m Radius. In beiden Fällen gehen die Wagen der Hauptbahn auf die Industriebahnen über.[28])

Für die Radstände und Raddurchmesser, welche auf städtischen Pferdebahnen vorkommen, ergiebt die Formel Radien von 40 bis 50^m; für eine amerikanische Locomotive mit Drehschemel, $2^m{,}64$ Radstand und $1^m{,}28$ Raddurchmesser, ergiebt sich

---

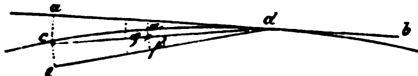
28) Man vergl. E. V. Z. 1868, p. 200 und daselbst 1869, p. 294.

ein Radius von 75ᵐ. Auch diese Werthe stimmen mit den in der Praxis vorkommenden Minimalradien ganz gut überein.

Hinsichtlich der Radien der Curven der freien Bahn ist hier zunächst das zu erwähnen, was gelegentlich der Dresdener Techniker-Conferenz (1865) zu Tage gefördert wurde. Bei Beantwortung der Frage: »Welche Erfahrungen sind über den Maximal-Radstand der Locomotiven und Wagen gemacht?« sind die Ansichten einer grossen Anzahl von Eisenbahnverwaltungen niedergelegt über die Radstände, welche auf ihren Bahnstrecken für zulässig gehalten werden unter Angabe des kleinsten Krümmungshalbmessers der Curven auf freier Bahn. — Besondere Beachtung verdienen aber die Schlüsse, welche die Verwaltung der Thüringischen Eisenbahn aus dem beigebrachten Material gezogen hat.

Es wird in dem betreffenden Resumé hervorgehoben, wie es sich durch die Erfahrung herausgestellt habe, dass in einer Curve die Hinterachse nicht wie die Vorderachse dem äusseren Schienenstrange, sondern mehr dem inneren Strange zustrebe, ein Punkt, der im vorigen Paragraph ausführlich besprochen wurde. Hieraus folgt, dass der Winkel adc $(=\alpha)$, welchen eine nach der Länge des Radstandes cd $(=t)$ bemessene Sehne mit der Tangente ab bildet, besondere Beachtung verdient, nicht minder aber auch der Winkel cde $(=\beta)$, den die Linie cd einschliesst mit einer nach dem Punkt e gezogenen Linie, welcher Punkt festgelegt wird durch den Spielraum der Räder und durch die Gleiserweiterung in den Curven.

Fig. 7.



Die Summe φ beider Winkel wird »Reibungswinkel« genannt, die Grösse desselben wird als maassgebend betrachtet für die Reibung der Radflantschen an den Schienen. Dieser Winkel ist nun für alle bekannt gewordenen Fälle berechnet, wobei das Maass ce constant und $= 26^{mm}$ angenommen ist. Es wird hervorgehoben, dass derselbe nur für ein bestimmtes Verhältniss des Radstandes zum Halbmesser der Curven ein Minimum wird.

Der hieraus zu ziehende wichtige Schluss, dass unter Umständen eine Vergrösserung des Radstandes die Curvenwiderstände vermindert, also vortheilhaft ist, wird bestätigt durch Versuche der Steierdorfer Kohlenbahn, bei deren scharfen Curven (von $114^{m},4$ Radius) sich herausgestellt hat, dass Wagen mit $2^{m},528$ Radstand weniger Zugkraft erforderten, als solche mit $2^{m},055$ Radstand. Es wird sodann die Frage aufgeworfen, ob bei Normirung des Radstandes nur die Sicherheit des Betriebes allein ins Auge zu fassen sei, oder ob auch die Abnutzung der Radflantschen und der dadurch herbeigeführte grössere Verschleiss der Bandagen berücksichtigt zu werden verdient. Die betreffenden Untersuchungen nehmen vorzugsweise Rücksicht auf Radstände von Locomotiven und führen zu der Annahme, dass bei der vorausgesetzten Abweichung des äusseren Hinterrades von dem äusseren Schienenstrang $= 26^{mm}$ ein »Reibungswinkel (φ) von 48 bis höchstens 50 Minuten als das äusserste Maass für Maschinen ohne bewegliches Achsensystem zu betrachten sei, und dass eine Ueberschreitung desselben für die Sicherheit des Betriebes bedenklich erscheine.

Ferner wird darauf aufmerksam gemacht, dass nicht die Radien einzelner Curven, sondern die Verhältnisse der ganzen Bahnlinie in Betracht zu ziehen sind, wenn der Abnutzung der Spurkränze Rechnung getragen werden soll. In dieser Beziehung werden die Verhältnisse der Thüringischen Bahn mit denjenigen der Werra-Bahn verglichen, und es wird der Schluss gezogen, dass man für Bahnlinien, welche

zum grössten Theil aus Curven bestehen, einen kleineren »Reibungswinkel« annehmen muss, als für diejenigen, welche zum grössten Theil in geraden Linien liegen, dass aber ein bestimmtes Maass für den Reibungswinkel festzustellen nicht möglich sei, weil das Verhältniss zwischen den Längen der geraden Linien und den Längen der Curven auf jeder Bahn ein anderes ist.

Hierzu muss bemerkt werden, dass die im Obigen gebrauchte Bezeichnung »Reibungswinkel« wohl nicht ganz zutreffend ist. Nichtsdestoweniger ist eine zweckmässige Bestimmung des fraglichen Winkels von grosser Bedeutung. Denn es bildet die Richtung der Vorderachse mit dem Radius ebenfalls den im Obigen mit φ bezeichneten Winkel und es ergiebt sich leicht, dass mit der Grösse dieses Winkels nicht allein der Widerstand und die Abnutzung, sondern auch die Gefahr des Entgleisens wächst. Je grösser der Winkel φ ist, desto grösser ist der Gleitweg, welchen die Räder der Vorderachse beim Befahren der Curven zurückzulegen haben. Die Beziehungen zwischen Radstand, Curvenradius und Spielraum müssen deshalb derart sein, dass der Winkel φ zu einem Minimum wird.

Hieraus und unter Berücksichtigung dessen, was im vorigen Paragraph über die normale Stellung der Fahrzeuge in Curven gesagt ist, ergiebt sich nun nachstehende Untersuchung.

Bezeichnet man (s. vorstehende Fig. 7) den Radius der Curve mit R, den Radstand mit t, den Abstand ce mit b und den Winkel ade mit φ, so ist (genau genug)

$$\text{tg.}\,\varphi = \frac{t}{2R} + \frac{b}{t}.$$

Wenn nun der Winkel φ ein Minimum sein soll, so ist $\frac{d\,\text{tg.}\,\varphi}{dt} = 0$ zu setzen; man erhält hieraus

$$t = \sqrt{2Rb} \qquad (1)$$

und

$$R = \frac{t^2}{2b}. \qquad (2)$$

Der kleinste Werth für tg. φ tritt ein, wenn der Winkel adc gleich dem Winkel cde ist, für die Hinterachse wird alsdann tg. $\varphi_1 = 0$ d. h. die Richtung der Hinterachse fällt mit dem Radius der Curve zusammen.

Den nach Obigem für einen gegebenen Radstand ermittelten Radius der Bahncurven nennen wir den normalen Radius derselben. Die Normalradien sind dem Quadrate des Radstandes der Fahrzeuge proportional.

Die Bestimmung zutreffender Zahlenwerthe mit Hülfe obiger Formel ist nicht ohne Schwierigkeit, weil der Spielraum zwischen Schiene und Rad je nach dem Grade der Abnutzung der Radreifen veränderlich ist und weil die Radstände der Locomotiven und der Wagen verschieden sind. Die Grösse des Spielraums schwankt bekanntlich zwischen $0^m,010$ und $0^m,025$; als Mittelwerth für den Radstand sämmtlicher Fahrzeuge kann man bei Bahnen, welche sechsrädrige Wagen verwenden, etwa 5^m annehmen, der bezeichnete Mittelwerth mag für Bahnen, welche keine sechsrädrigen Wagen verwenden, zu $4^m,5$ angenommen werden. Setzt man nun in obige Formel (2) $b = 0{,}010$ und $b = 0{,}025$, so erhält man

$$R = 50\,t^2 \quad \text{bezw.} \quad R = 20\,t^2.$$

Für $t = 5$ ergiebt sich

$$R = 1280 \quad \text{bis} \quad 500^m,$$

für $t = 4,5$

$$R = 1012,5 \text{ bis } 405^{m}.$$

Der Mittelwerth aus diesen vier Zahlen ist (abgerundet) 800^{m}. Dieser Werth kann somit als der Normalradius der Curven für Bahnen mit $1^{m},435$ Spurweite betrachtet werden.

Die mit dem Normalradius construirten Bahncurven sind zugleich diejenigen, bei welchen die Zugwiderstände nicht wesentlich verschieden von den Widerständen in gerader Bahn sind. Es ist durch die Erfahrung nachgewiesen, dass ein solcher Radius existirt, die Grösse desselben wird allerdings sehr verschieden (abwärts bis zu 450^{m}) angegeben.

Durch die oben erwähnten Untersuchungen Bödeker's ist jener Nachweis auch durch Rechnung geliefert. Derselbe nimmt an, dass bei Curven von 1000 bis 1200^{m} Radius die Curvenwiderstände vernachlässigt werden können. Wenn man sich das vergegenwärtigt, was oben (§ 8) über das Gleiten der Räder in gerader Bahn gesagt ist, so ist man zu der Annahme berechtigt, dass jene Grenzen selbst bei Güterzügen merklich tiefer liegen und dass bei schnellfahrenden Zügen ein messbarer Einfluss der Curven auf die Widerstände erst bei ziemlich kleinen Radien hervortritt.

Von der Spurerweiterung ist im Obigen keine Rede gewesen, weil eine solche für Curven von $\pm 800^{m}$ Radius geradezu schädlich sein würde. Wir werden indess bei der speciellen Besprechung der Spurerweiterung (im VIII. Cap.) auf die obige Untersuchung zurückkommen.

Es mag noch bemerkt werden, dass sich der Winkel φ bei 800^{m} Radius und 5^{m} Radstand zu 21,5 Minuten berechnet und dass die Angaben, welche im § 103 der Grundzüge über das Maximum des Abstandes der festen Achsen der Locomotiven für Bahnen, welche in freier Bahn vielfach Curven enthalten, gemacht sind,[29]) als Mittelwerth

$$t = \sqrt{\frac{1}{22} R}$$

oder

$$R = 22\, t^{2}$$ [29])

ergeben.

Nimmt man für schmalspurige Bahnen den Radstand gleich dem Dreifachen der Spurweite an, so erhält man auf dem oben angegebenen Wege für Bahnen mit

---

[29]) Der § 103 der Grundzüge lautet:

»Zur Schonung des Materials wird empfohlen: für Bahnen, bei denen in freier Strecke vielfach Curven vorkommen

von 250^{m}	Radius	$3^{m},500$	von 500^{m}	Radius	$5^{m},300$
- 300^{m}	-	$3^{m},900$	- 550^{m}	-	$5^{m},600$
- 350^{m}	-	$4^{m},300$	- 600^{m}	-	$5^{m},800$
- 400^{m}	-	$4^{m},700$	über 600^{m}	-	$6^{m},000$
- 450^{m}	-	$5^{m},000$			

als Maximum des Standes der festen Achsen (der Locomotiven) nicht zu überschreiten.«

Ferner ist der § 135 der Grundzüge zu vergleichen:

»Für Bahnen, welche in freier Bahn vielfach Curven haben, ist zur Schonung des Materials zu empfehlen, den festen Radstand der Achsen der Wagen nicht grösser zu nehmen, als:

$4^{m},500$	bei Curven von 250^{m}	Radius	$6^{m},200$	bei Curven von 500^{m}	Radius
$5^{m},000$	- - - 300^{m}	-	$6^{m},800$	- - - 600^{m}	-
$5^{m},600$	- - - 400^{m}	-	$7^{m},800$	- - über 600^{m}	-

Die vorstehenden Angaben beziehen sich der Natur der Sache nach und weil bei Güter-

$1^m,0$ Spur einen Normalradius von 315^m und für solche von $0^m,75$ Spur einen Normalradius von (abgerundet) 175^m. — Die Minimalwerthe für die freie Bahn sind in den Grundzügen für die Gestaltung der secundären Bahnen bei $1^m,0$ Spur zu 80 und bei $0^m,75$ Spur zu 50^m angegeben. Es lässt sich darüber streiten, ob diese beiden Werthe in einem richtigen Verhältniss zu einander stehen.[30]

§ 16. Einfluss der Fahrgeschwindigkeit, der Terrainverhältnisse und der Länge der Curven auf die Bestimmung der Radien derselben. — Wenn man einerseits von dem Minimalradius (150^m) und andererseits von dem Normalradius (800^m) ausgeht, so kann man die Curven der Eisenbahnen in zwei Gruppen theilen. Die erste Gruppe (Curven von etwa 150, 180, 240 und 300^m Radius) findet Anwendung im Falle einer beschränkten Fahrgeschwindigkeit und bei mässiger Erstreckung der Curven, also namentlich auf den Bahnhöfen. Die geringe Längenerstreckung ist hierbei ein wesentlicher Punkt, weil die Widerstände einer kurzen Curve in Folge der lebendigen Kraft des Zuges ohne Schwierigkeit überwunden werden. Die zweite Gruppe (Curven von 300 bis 800^m Radius und darüber) findet Anwendung auf der freien Bahn. Die Grenze (300^m) ergiebt sich nicht sowohl aus den Curvenwiderständen, denn diese sind auch beispielsweise bei einer 250^m Curve nicht übermässig gross, als vielmehr daraus, dass die Ueberhöhung bei 300^m Curven unter Voraussetzung von Schnellzugsgeschwindigkeit schon sehr bedeutend wird. Würde man eine nur für Güterzüge bestimmte Bahn bauen, so könnten unter Umständen Curven von geringerem Radius auch für die freie Bahn zweckmässig sein. Nicht minder sind schärfere Curven für Bahnen dritten Ranges, auf welchen keine Schnellzüge verkehren, zulässig. Hierüber sind die Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen Abtheilung A zu vergleichen, woselbst (im § 3) der Minimalradius von 150^m als für die freie Bahn zulässig bezeichnet ist.

Auch die Verminderung des Radius für Curven, welche in der Nähe von Bahnhöfen liegen, erklärt sich aus der geringeren Geschwindigkeit, welche bei der Annäherung an Bahnhöfe eintreten soll. Man darf indess nicht übersehen, dass dergleichen Curven bei der Ausfahrt der Züge hinderlich sind und dass die Anlage von Ausweichungen in schärferen Curven unter Umständen auf Schwierigkeiten stösst.

Bei näherer Bestimmung der Radien der Curven für die freie Bahn sind namentlich die Terrainverhältnisse maassgebend. Dieselben bringen es mit sich, dass in ebener Gegend durch Anwendung kleinerer Radien Ersparnisse an den Baukosten nicht zu erreichen sind, während unter ungünstigen Umständen, (im Hochgebirge) die Kosten in Folge der Annahme eines grösseren Radius in der Regel ganz erheblich wachsen. In ebener Gegend ergiebt sich in Folge der Anwendung grösserer Radien mitunter sogar eine Verringerung der Baukosten, weil die Länge der Bahnlinie um ein und selbst um einige Procent abnimmt, wenn Curven mit grösseren Radien eingelegt werden.

---

wagen das Maximum des Radstandes (in der Regel) $= 4^m$ anzunehmen ist, zunächst auf die Personenwagen. — Es ist nicht ohne Bedenken, dass die obigen Normen gegeben sind, ohne gleichzeitig die Spurerweiterung genau festzusetzen.

30) Es mögen hier noch einige Notizen über die Minimalradien Platz finden, welche bei schmalspurigen Eisenbahnen zur Anwendung gekommen sind:

Die Festiniog-Bahn hat	bei $0^m,61$	Spur	Curven bis $40^m,25$	Radius
die Bahn Commentry-Montluçon hat in einer Abzweigung	- $1^m,00$	-	- - 90^m	-
die Bahn Tavaux-Pontséricourt . . . . hat	- $1^m,00$	-	- - 30^m	-
die Bröhlthalbahn . . . . -	- $0^m,785$	-	- - $37^m,7$	-

Hieraus folgen die im § 3 der Technischen Vereinbarungen niedergelegten Grundsätze:

Der Krümmungshalbmesser der Curven soll wo möglich bei Bahnen im flachen Lande nicht unter 1100m, im Hügellande nicht unter 600m, bei Gebirgsbahnen nicht unter 300m betragen.

Radien unter 180m sind unzulässig.

Die Werthe, welche hier für die ebene Gegend und für das Hügelland als normal bezeichnet sind, könnten vielleicht auf Grund der zur Zeit über die Curvenwiderstände vorliegenden Erfahrungen auch anders (etwa auf 800, bezw. 450m) festgesetzt werden. Allerdings ist im Obigen gesagt, dass Radien von 600, bezw. 1100m »wo möglich« zur Anwendung gebracht werden sollen und ist dies wohl so zu verstehen, dass dieselben da einzuführen sind, wo nicht besondere Gründe für die Anwendung eines kleineren Radius sprechen.

Der Weg zur Ermittelung des für einen gegebenen Fall zu wählenden Radius ist durch die Principien der Bahntracirung vorgezeichnet: man hat die Vortheile, welche durch Verminderung des Radius für die Bauausführung entstehen, abzuwägen gegen die Nachtheile, welche eine solche Verminderung dem Betriebe bringt. — Die letzteren bestehen namentlich in einer Vermehrung der Kosten der Zugkraft und in einer Vermehrung der Unterhaltungskosten.

Die Einwirkung der Curven auf die Zugwiderstände, also auch auf den Dampf- und Kohlenverbrauch, ist bei weitem nicht so bedeutend, als man lange Zeit angenommen hat. Ein Vergleich der verschiedenen und im Einzelnen sehr von einander abweichenden Versuchsresultate hat als Mittelwerthe ergeben:

bei 600m Curven eine Vermehrung des Widerstandes um 0k,5 pro Tonne Zuggewicht,
- 500m - - - - - um 1k,2 - - -
- 400m - - - - - um 2k,3 - - -
- 300m - - - - - um 4k,0 - - -

Es ist indess wahrscheinlich, dass selbst diese Werthe noch zu hoch sind und dass man weit genug geht, wenn man Folgendes annimmt:

bei 600m Curven 0k,3,
- 500m - 0k,8,
- 400m - 1k,7,
- 300m - 3k,0.

Die Abnutzung der Schienen, welche in den Curven stattfindet, wird bei anderer Gelegenheit (im XV. Cap. des vierten Bandes) besprochen werden und man kann von derselben einen Schluss auf die Vermehrung der Abnutzung der Radreifen der Locomotiven und Wagen machen. Es fehlt zur Zeit noch an Ermittelungen über die Mehrkosten, welche die Bahnerhaltung der Curven an Arbeitslohn u. s. w. veranlasst. Wenn derartige Ermittelungen gemacht und wenn die im Vorstehenden erwähnten Beobachtungen vervollständigt sind, so ist die Zeit gekommen, in welcher an die Stelle unbestimmter, empirischer Regeln über die für die Curven der freien Bahn zu wählenden Radien eine auf rationellen Grundlagen basirende Rechnung treten kann. Es unterliegt keinem Zweifel, dass selbst im Hügellande und bei Bahnen, welche den Lauf eines Flusses verfolgen, Fälle eintreten können, in denen Curven von 300m Radius motivirt sind. [31]

---

[31]) Früher war als Minimalradius der Curven im Hügellande in den Technischen Vereinbarungen das Maass von 360m angegeben. — Einen Ueberblick über die Einwirkung der Curven

§ 17. Geschichtliches über die Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen. Grundlagen für die Bestimmung derselben. — Wir haben oben erwähnt, dass die geschichtliche Entwickelung des Eisenbahnwesens eine Abnahme der Grösse der Radien der Bahncurven erkennen lässt, in Betreff der Höhenverhältnisse zeigt sich dagegen eine allmählige Vergrösserung der als zulässig erachteten Steigungen. Es ist dies eine natürliche Folge der Zunahme der Leistungsfähigkeit der Locomotiven. Dieselbe Ursache führte indess noch eine zweite wichtige Erscheinung herbei. Locomotiven von so mässigem Gewicht, wie solche in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts verwendet wurden, waren nicht im Stande mit einem Zuge von einiger Ausdehnung Steigungen von erheblich mehr als 0,010 zu überwinden und es wurde deshalb erforderlich an Stellen, woselbst der Terrainverhältnisse wegen starke Steigungen nicht zu umgehen waren, eine andere Betriebsart, namentlich den Betrieb mit feststehenden Dampfmaschinen, zu wählen.[32] Derartige Einrichtungen erforderten aber neben einem bedeutenden Bauaufwande auch erhebliche Betriebskosten.

Noch ungünstiger waren die Verhältnisse bei den ältesten Bahnen. Wie die älteren Strassen über Höhen und durch Tiefen gehen, je nachdem zufällige Umstände es gerade mit sich brachten, so konnte man auch bei den ältesten Eisenbahnen nicht sehr wählerisch sein bei Bestimmung der Lage der Bahnlinie. Musste doch, da von Expropriation noch keine Rede sein konnte, die Erlaubniss, eine Bahn über ein fremdes Grundstück zu führen, oft theuer genug erkauft werden. Im 18. Jahrhundert zahlte man in England pro road (ca. 25 □m) an 20 £ jährlich für dergleichen Zugeständnisse. Manche Kohlenbergwerke hatten an solchen way-leaves 500 £ jährlich zu zahlen. Wir finden deshalb in den Profilen der ältesten englischen Eisenbahnen kaum eine Spur von systematischer Anlage. Auf Tafel II Fig. 1 geben wir eines dieser Profile. Die Zeichnung ist aus einem lithographirten Hefte vom Jahre 1832 entnommen, welches Illustrationen zu den ersten Vorträgen enthält, die wohl über Eisenbahnen gehalten sind, zu den Vorträgen Perdonnet's. Man sieht auf der Figur den bunten Wechsel der Steigungsverhältnisse und der Motoren. Als solche wurden je nach den Steigungsverhältnissen bald Pferde, bald feststehende Dampfmaschinen oder (für die bergabgehenden Transporte) die Schwerkraft verwendet.

Ein Blick auf das erwähnte Profil zeigt auch, dass es nahe lag, bei den ersten Versuchen der Erbauung von Locomotiven besondere Mittel (Zahnstangen u. s. w.)

---

auf den Betrieb erhält man, wenn man dieselben mit gleichwerthigen Steigungen vergleicht. Man kann unter Benutzung der oben angegebenen oder ähnlicher Werthe ein Längenprofil zeichnen, in welchem die Steigungen nach Maassgabe der von den Curven hervorgerufenen Widerstände vergrössert sind. Auch die Steigungsermässigungen, welche in Curven mit kleineren Radien stattzufinden haben, gehen aus den im Text angegebenen Zahlen hervor.

32) Es muss hier auf die verschiedene Art der Bezeichnung der Steigungsverhältnisse aufmerksam gemacht werden. Man kann entweder die Längenausdehnung auf eine Einheit Erhebung oder die Erhebung pro Einheit der Längenausdehnung angeben. Ersteres ist vorzugsweise in England, Letzteres in Frankreich gebräuchlich. In Deutschland findet man bald die eine, bald die andere Art der Bezeichnung. Die französische Manier ist rationeller und practischer, sie entspricht dem Decimalsystem. Man sollte bei Eisenbahnen durchweg die Steigungen pro Mille angeben, steilere Steigungen unter Umständen auch nach Procenten, und demnach anstatt 1 : 40, 1 : 200 etc. in der Regel 0,025, 0,005 schreiben oder noch kürzer 25, 5 (sc. Millimeter pro Meter). Eine ähnliche Aenderung ist, nebenbei gesagt, in Deutschland auch in Betreff der Bezeichnung der Maassstäbe durch die Einführung des Metermaasses angezeigt.

zur Anwendung zu bringen. Die Bahn mit ihren ungleichmässigen und zum Theil starken Steigungen war vorhanden und man versuchte die Locomotive der Bahn anzupassen. Erst später kam man dahin, die Bahn der Locomotive entsprechend zu bauen.

Die Bahn von Liverpool nach Manchester hatte, wie das in Fig. 2, Tafel II mitgetheilte Längenprofil ausweist, auf den grössten Theil ihrer Erstreckung eine Maximalsteigung von 1,1 ⁰/₀₀. Etwa in der Mitte der Bahn lagen zwei Rampen, jede etwa 2,4 Kilometer lang mit 0,0104 Steigung, eine etwas kürzere Rampe mit 0,0208 Steigung befand sich am Liverpooler Ende der Bahn. Man wollte ursprünglich alle drei Rampen mit feststehenden Maschinen betreiben, der grossartige Erfolg der Stephenson'schen Locomotiven hatte indess zur Folge, dass nur die steilere Rampe bei Liverpool mit einer feststehenden Maschine versehen wurde.

Man wird annehmen dürfen, dass bei der geringen Leistungsfähigkeit der Locomotiven und bei der Zartheit des Oberbaues der älteren Bahnen eine Steigung von 0,010 als nur ausnahmsweise zulässig erachtet wurde, was jetzt bei einer Steigung von etwa 0,025 der Fall ist, und dass als normale Maximalsteigungen der Bahnen die Werthe 0,005; 0,004 und 0,003 galten. In dieser Beziehung sind einige Beispiele über die Anlegung älterer Bahnlinien anzuführen: Bei Erbauung der London-Bristol-Bahn scheute Brunel keine Kosten, um den grösseren Theil dieser Bahn mit Steigungen von 0,0008 und 0,0015 zu versehen und ging nur an zwei kürzeren Strecken nothgedrungen bis auf 0,0095. Das Profil dieser Bahn (der Great-Western-Bahn) ist in Fig. 4 Tafel II dargestellt. — Bei Erbauung der Paris-Versailler Bahn wollte die Regierung sich nicht dazu verstehen, die Maximalsteigung von 0,004, welche das Bedingnissheft vorschrieb, auf 0,005 zu erhöhen, obwohl der Gesellschaft durch eine derartige Concession grosse Kosten hätten erspart werden können. — Fast noch weiter ging man bei den Bahnen von Paris nach St. Germain und von Paris nach Auteuil, bei denen man, wie oben bereits erwähnt, 1^{mm} Maximalsteigung annahm.

Als Beispiel des Längenprofils einer älteren deutschen Bahn geben wir auf Tafel II (Fig. 3) das Profil einer Strecke der Bahn Düsseldorf-Elberfeld. Die Maximalsteigung der mit Locomotiven befahrenen Linien beträgt 0,004 ($^1/_{250}$), zwischen Erckrath und Hochdahl jedoch befindet sich eine Seilebene mit 0,033 ($^1/_{30}$) Steigung.

Die Strecke Harzburg-Vienenburg der Bahn Braunschweig-Harzburg wurde anfangs bergab unter Benutzung der Schwerkraft und bergauf mit Pferden betrieben.

Auch an dieser Stelle ist wieder auf den grossen Einfluss hinzuweisen, welchen das Studium der amerikanischen Bahnen auf die deutsche Eisenbahntechnik ausübte. Die drei in den vierziger Jahren ausgeführten Steigen, welche wir oben (§ 15) bereits in Betreff ihrer Curven erwähnt haben, wurden mit einer für damalige Zeit grossen Kühnheit tracirt: die Geislinger Steige erhielt 22^{mm}, die Steige Neuenmarkt-Marktschorgast der sächsisch-bayerischen Bahn und die Semmering-Bahn erhielten 25^{mm} Maximalsteigung bei Locomotivbetrieb.

Das Längenprofil der Strecke Geislingen-Ulm (Bahn Stuttgart-Ulm) ist auf Tafel II Fig. 5 dargestellt.

Der englische Ingenieur Vignoles hatte für die Ueberschreitung der rauhen Alp die Anwendung einer atmosphärischen Bahn empfohlen. Etzel's Verdienst ist es, dass dem Königreiche Württemberg ein so kostspieliges Experiment erspart blieb.

Unter den Bahnstrecken, welche mit noch stärkeren Steigungen als 0,025 ausgeführt sind, ist namentlich die Steige von Busalla zwischen Turin und Genua zu erwähnen. Die Erfahrungen, welche auf dieser mit 35^{mm} Maximalsteigung angelegten Bahnstrecke gemacht werden, sind indess nicht derart, dass eine ausgedehntere Anwendung ähnlicher Steigungsverhältnisse für die Bahnen verkehrsreicher Länder in Aussicht steht. [33]) Das Längenprofil des betreffenden Theils der genannten Bahn ist auf Tafel II (Fig. 6) dargestellt. Uebrigens soll die Steige von Busalla ursprünglich für Seilbetrieb projectirt sein.

Aus dem Vorstehenden ersieht man, dass die Beschaffenheit des auf den Eisenbahnen verwendeten Motors ein Hauptfactor bei der Bestimmung der Steigungsverhältnisse ist, dieselben beruhen aber auf noch mancherlei anderen Grundlagen, von denen neben dem Motor in erster Reihe zu nennen sind:

der Widerstand, welchen die Eisenbahnfahrzeuge der Bewegung entgegensetzen,

die Art des zu bewältigenden Verkehres und die Geschwindigkeit, welche derselbe beansprucht, und endlich

die Terrainverhältnisse.

In zweiter Reihe kommen in Betracht: die Längen der ansteigenden Strecken, der Reibungscoëfficient (Adhäsionscoëfficient) der Locomotivtriebräder und Anderes. Den Einfluss, welchen die genannten Factoren auf die Steigungsverhältnisse ausüben, beabsichtigen wir im Nachstehenden zu skizziren, unbeschadet der einschlägigen specielleren Erörterungen, welche bei anderer Gelegenheit anzustellen sind.

Bei den Steigungen kommen mehrere derjenigen Factoren in Betracht, welche auch auf die Bestimmung der Krümmungsverhältnisse der Bahnen Einfluss haben. Hieraus ergiebt sich, dass in der Regel sanfte Steigungen mit schlanken Curven und starke Steigungen mit scharfen Curven Hand in Hand gehen werden. Beide Elemente vereinigt geben den Maassstab ab für das mehr oder weniger genaue Anschliessen der Bahnlinie an das Terrain, für die Vollkommenheit der Bahn und für die Mittel, welche behufs Herstellung der Bahnlinie aufgewendet werden dürfen.

§ 18. Einfluss der Zugwiderstände auf die Steigungsverhältnisse. — Die Grösse des Widerstandes, den die Fahrzeuge bei ihrer Bewegung erleiden, beeinflusst bei allen Verkehrswegen die Steigungsverhältnisse in merklicher Weise. Je vollkommener eine Strasse und ihre Fahrzeuge sind, desto geringere Steigungen beansprucht dieselbe. »Die Verbesserung der Fahrbahn, womit eine Verminderung des Widerstandes auf der Strasse verbunden ist, ist von um so grösserem Effect, je weniger geneigt die Strasse ist, da der Einfluss der Verminderung der Reibung gegen das grosse relative Gewicht auf der schiefen Ebene bald in den Hintergrund tritt.« Diese Verhältnisse kann man durch eine graphische Darstellung gut versinnlichen. Bezeichnet man die Zugkraft, welche zur langsamen Beförderung einer Last P auf einer Steigung von n Millimetern erforderlich ist, mit Q und den Widerstandscoëfficienten des Weges mit a, so hat man, wenn man von den Curvenwiderständen und dem Widerstande der Luft absieht,

---

[33]) Vergl.: Ueber den Betrieb der Section von Ponte-Decimo bis Busalla der Eisenbahn Turin-Genua (nach einem Aufsatze von Couche in den Annales des ponts et ch.) Zeitschr. f. Bauwesen 1859, p. 259. Mittheilungen über die längsten, scharf ansteigenden Rampen, welche bislang ausgeführt wurden, findet man: Organ 1869, p. 41.

$$Q = P\left(a + \frac{n}{1000}\right) \text{ und } P = \frac{Q}{a + \frac{n}{1000}}.$$

Führt man nun für Q einen constanten Werth ein, etwa 60 kgr. (gleich der mittleren Zugkraft eines in Schritt gehenden Pferdes) und für a die Werthe, welche den verschiedenen Arten der Wege entsprechen (etwa 0,03 für Chausseen, 0,006 für Strassenbahnen und 0,0025 für sorgfältig ausgeführte Eisenbahnen und ihre Fahrzeuge), so kann man leicht die verschiedenen Werthe von P berechnen, welche zunehmenden Steigungen entsprechen. Durch Auftragen der letzteren als Abscissen und der correspondirenden Werthe von P als Ordinaten erhält man alsdann für die genannten drei Arten von Wegen drei Curven, welche den obigen Satz veranschaulichen.

Es folgt aus dem Obigen sofort, dass die Erbauung von Eisenbahnen für rasche Transporte besonders vortheilhaft in ebenen oder fast ebenen Gegenden ist, weil man namentlich dort mit mässigen Opfern die beiden Bedingungen zu erfüllen in der Lage ist, ohne welche mit Locomotiven nicht rasch und zugleich billig transportirt werden kann, nämlich mässige Steigungen der Rampen und Curven von sehr grossen Radien, und ferner, dass die Eisenbahn in sehr coupirtem Terrain, im Hochgebirge, wo es unmöglich oder sehr schwierig ist viele Umwege und starke Steigungen zu vermeiden, einen grossen Theil ihrer Vortheile vor der gewöhnlichen Strasse verliert und unter Umständen unanwendbar wird.

Wenn man nichtsdestoweniger Bahnen über hohe Gebirge gebaut hat und noch baut, so geschieht es vorzugsweise, um die in ebenen Gegenden vorhandenen Bahnen mit einander zu vereinigen. Solche Bahnen lassen sich nur für Verkehrswege ersten Ranges motiviren. Ihre Anlage- und Betriebskosten pflegen so bedeutend zu sein, dass sie als selbstständige Unternehmungen nicht bestehen könnten.

Will man nun der Ermittelung der Steigungsverhältnisse aus den Zugwiderständen näher treten, so ist es zunächst erforderlich, die letzteren zu kennen. Eine ausführliche Erörterung über diesen Gegenstand kann indess an dieser Stelle nicht aufgenommen werden. Derselbe ist im II. Capitel des dritten Bandes unseres Handbuchs in gründlicher Weise behandelt.

Wir beschränken uns hier auf einige historische und allgemein gehaltene Bemerkungen.

Die Zugwiderstände haben sich in Folge der Vervollkommnung des Oberbaues und der Wagenconstructionen im Laufe der Zeit erheblich verändert. Man kann annehmen, dass auf den älteren gusseisernen Bahnen ein Widerstand von 6 bis 10 kgr. pro Tonne stattfand, so dass das Verhältniss der bewegenden Kraft zum Widerstande (der Widerstandscoëfficient) 0,006 bis 0,010 betrug. Hierbei ist eine horizontale Bahn und eine mässige Geschwindigkeit, welche die Vernachlässigung des Luftwiderstandes u. s. w. gestattet, vorausgesetzt. Der angegebene Widerstandscoëfficient gilt noch heute für provisorische Bahnen, wie solche für Erd- und Steintransporte eingerichtet und mit roh construirten Wagen befahren werden.

Sobald grössere Geschwindigkeiten eintreten, müssen der Luftwiderstand, das Gleiten der Räder, welches eine Folge des Schlängelns der Wagen ist, u. s. w. berücksichtigt werden. Man kann die Annahme machen, dass diese Widerstände dem Quadrate der Fahrgeschwindigkeit proportional seien. Alsdann ist der Widerstand auf horizontaler Bahn durch die Formel

$$W_h = Z\,(a + b\,v^2)$$

ausznudrücken. Man pflegt hier das Gewicht des Zuges (Z) in Tonnen und den Widerstand W_h in Kilogramm anzugeben; v bezeichnet die Geschwindigkeit des Zuges pro Secunde in Meter, a und b sind Erfahrungscoëfficienten.

Auf Grund älterer Ermittelungen nahm man lange Zeit hindurch für a den Werth 2,68 an. Neuere Beobachtungen haben indess gezeigt, dass derselbe für das heutige Betriebsmaterial zu gross und dass es misslich ist, die älteren Formeln über die Zugwiderstände überhaupt noch anzuwenden.

Man erhält immer noch reichlich grosse Werthe, wenn man

$$W_h = Z\ (2{,}0 + 0{,}015\ v^2)$$

oder

$$W_h = Z\ (0{,}002 + 0{,}000015\ v^2)$$

setzt, sobald auch Z in Kilogr. angegeben wird.

Hieraus ergiebt sich

für $v = 5^m$	ein Widerstandscoëfficient von	0,0024
- $v = 7{,}5^m$	- - - -	0,0028
- $v = 10^m$	- - - -	0,0035
- $v = 15^m$	- - - -	0,0054
- $v = 20^m$	- - - -	0,0080.[34]

Die obige Formel genügt für die allgemeinen und überschläglichen Untersuchungen, mit welchen wir es an dieser Stelle zu thun haben. Bei genaueren Ermittelungen ist es erforderlich, auch die erste Potenz der Geschwindigkeit und die Anzahl der im Zuge laufenden Wagen einzuführen und mancherlei Nebenumstände zu berücksichtigen. Hierüber, so wie über den im Vorstehenden nicht berücksichtigten Widerstand, welchen die Locomotiven erleiden, ist an oben angegebener Stelle das Nähere enthalten.[35]

---

[34]) In den §§ 11 und 22 des dritten Bandes unseres Handbuchs benutzt Grove die Formel

$$W_h = Z\ (2{,}25 + \frac{1}{80}\ v^2)$$

man erhält hieraus

für v	$\frac{W_h}{Z}$
$= 5^m$	0,0026
$= 10^m$	0,0035
$= 20^m$	0,0075,

also Werthe, welche mit den oben angegebenen der Hauptsache nach übereinstimmen.

[35]) Die neuesten Beobachtungen der Köln-Mindener Bahn haben Resultate ergeben, welche auf noch geringere als die oben angegebenen Widerstände schliessen lassen. Es ist indess zu berücksichtigen, dass diese Versuche unter sehr günstigen Verhältnissen angestellt sind. Man machte dieselben auf starken Steigungen, wobei der mitunter sehr bedeutende Einfluss des Schlängelns der Wagen verschwindend klein sein musste. — Bei Benutzung der zahlreichen Beobachtungen, welche über die Zugwiderstände vorliegen, sollten die Art und Weise, wie dieselben angestellt sind, und das Alter der Beobachtungen nie unberücksichtigt bleiben. Wenn man einen einzelnen Wagen in Bewegung setzt und den von demselben durchlaufenen Weg beobachtet, erhält man ein anderes Resultat, als auf die vorhin erwähnte Art. Die Widerstände sind auch durch anscheinend geringfügige Nebenumstände, so z. B. durch die Grösse des Spielraums zwischen Spurkranz und Schiene, durch die Form des Radreifen- und des Schienenprofils u. s. w. wesentlich beeinflusst.

Will man den Widerstand, welchen die Locomotiven erleiden, berücksichtigen, so muss man bestimmte Fälle annehmen. Bei der Thalfahrt einer Locomotive mit zwei gekuppelten Achsen beträgt der Widerstand bei 10^m Geschwindigkeit mindestens 11^k pro Tonne. Nimmt man nun das Gewicht der Locomotive zu 35 T, dasjenige des Tenders zu 22,5 T und das Gewicht des Zuges

Es besteht nun ein einfacher Zusammenhang zwischen dem Widerstandscoëfficienten und demjenigen Steigungsverhältnisse der Verkehrswege, welches man das normale nennen könnte.

Schon bei Anlage von Strassen wandte man sich, wenn die Terrainverhältnisse es gestatteten, mit Vorliebe dem Gefälle zu, bei welchem die Wagen frei bergab laufen, ohne einer Hemmung zu bedürfen, und ging deshalb nicht gern über $^1/_{36}$ (0,028) hinaus. Dieselbe Regel ist unter Umständen auch für Arbeitsbahnen anwendbar.

»Das bequemste und vortheilhafteste Gefälle der Gleise an den Ladestellen der Erdarbeitsbahnen ist um ein Geringes steiler als der Ruhewinkel der Wagen; dieses Gefälle gewährt den Vortheil, dass die beladenen Wagen ohne Zuhülfenahme von Pferden leicht vom Ladeorte entfernt und die leeren Wagen wieder an ihren Platz geschoben werden können, während die Hemmung der Wagen beim Transport bergab selbst mit unvollkommenen Bremsvorrichtungen keine Schwierigkeiten hat. Da der Bewegungswiderstand der kleinen Transportwagen je nach dem Zustande der Wagen und des Gleises zwischen $^1/_{100}$ und $^1/_{150}$ ihres Gewichts variirt, so ist 1 : 100 als das zweckmässigste Gefälle der Ladegleise zu bezeichnen.«[36])

Wenn man nun das aus dem Vorstehenden sich ergebende Princip auf die Bahnen erster Classe anwendet und zugleich berücksichtigt, dass bei Normirung der Steigungsverhältnisse derselben vorzugsweise die Güterzüge und die gemischten Züge so wie die bei denselben üblichen Geschwindigkeiten in Betracht kommen, so ergiebt sich aus den im Obigen nachgewiesenen Widerstandscoëfficienten, dass das normale Steigungsverhältniss bei Bahnen erster Classe zu 0,003 bis 0,005 oder durchschnittlich zu 0,004 anzunehmen ist. Eine genaue und allgemeine Bestimmung dieses Steigungsverhältnisses ist ebensowenig möglich, wie eine genaue Bestimmung des normalen Radius der Bahncurven.

Die Parallele zwischen dem normalen Steigungsverhältnisse und dem normalen Radius der Curven ergiebt sich leicht: bei beiden findet eine nennenswerthe Zunahme der Betriebskosten im Vergleich mit einer horizontalen, bezw. geradlinigen Bahn nicht statt.

Die Grösse der Widerstandscoëfficienten der Eisenbahnfahrzeuge lässt noch einige weitere Folgerungen in Betreff der Steigungsverhältnisse zu.

Bahnhöfe sollen in der Regel horizontal angelegt werden, denn die Rücksichten auf den Wind machen selbstverständlich jede Steigung auf Bahnhöfen bedenklich. Bei Gebirgsbahnen ist es indess mitunter unvermeidlich, einen Theil des

---

zu 500 T an, so ergiebt sich bei der bezeichneten Geschwindigkeit für den ganzen Zug ein durchschnittlicher Widerstandscoëfficient von 0,00398.

36) Man vergl. Zeitschrift des hann. Archit.- und Ing.-Ver. 1865, p. 141.

Aehnliche Erfahrungen sind bei den württembergischen Eisenbahnbauten gemacht. Auch hier hat sich das geringste Gefälle, bei dem die Rollwagen noch mit Trabgeschwindigkeit abwärts laufen, als zwischen 0,008 und 0,015 liegend herausgestellt. Bei 0,05 bis 0,07 Steigung schaffen zwei Arbeiter leere Wagen noch allein hinauf, wenn die Strecke nicht zu lang ist. Als Maximalgefälle kann 0,10 bis 0,12 bezeichnet werden, es muss jedoch dann an zwei Achsen gebremst und beim Zurückschieben der Wagen besondere Hülfe requirirt werden.

Stadtbahnen werden im Allgemeinen dieselben Steigungsverhältnisse haben, wie Strassen und Chausseen. Die zahlreichen Profile, von denen ein Aufsatz über Nordamerikanische Stadtbahnen (Zeitschr. f. Bauwesen. 1860, p. 551) begleitet ist, weisen nach, dass in New-York Bahnen mit 1 : 18 bis 1 : 19 (0,055 bis 0,052) Steigung vorkommen, der Maximalsteigung für regelrecht angelegte Chausseen.

Bahnhofes oder auch den ganzen Bahnhof in eine Steigung zu legen. Das Steigungsverhältniss muss in diesem Falle derart sein, dass sich die Wagen nicht unter der Einwirkung ihres Eigengewichts in Bewegung setzen können. Dieser Anforderung entspricht eine Steigung von 0,0025 (1 : 400) [vergl. § 53 der Grundzüge].

Um einen ruhenden Wagen in Bewegung zu setzen, ist eine Kraft von 6 bis 8^k pro Tonne erforderlich, was einer Steigung von 0,006 bis 0,008 entspricht. Hieraus ergiebt sich auch, dass für Rangirköpfe, welche beim Rangiren mit Ablaufgleisen neuerdings bekanntlich nicht selten mit Gefälle angelegt werden, ein solches von $7^0/_{00}$ zweckmässig ist. Ein Gefälle von 0,010 ist noch zulässig, 0,0033 (1 : 300) dagegen zu schwach.

§ 19. Ermittelung der Maximalsteigungen. — Nachdem im Vorstehenden das normale Steigungsverhältniss der Eisenbahnen ermittelt wurde, sind nunmehr die Maximalsteigungen derselben insoweit zu bestimmen, wie dies möglich ist ohne auf die Einzelnheiten der Construction der Locomotive einzugehen. Wir verfolgen hierbei denselben Weg, den wir auch bei der Untersuchung wegen der Krümmungsverhältnisse eingeschlagen haben.

Beim Befahren der Maximalsteigungen wird die Zugkraft der Locomotive in vollem Maasse in Anspruch genommen. Bei Berechnung derselben kann deshalb der Grenzwerth der Zugkraft eingeführt werden. Die Grenze der Zugkraft ist bekanntlich durch die Adhäsion der Triebräder gegeben. Die Adhäsion aber ist das Product aus dem Adhäsionscoëfficienten und dem Adhäsionsgewicht.

Bezeichnen wir nun
- mit L das Gewicht der Locomotive incl. Tender in Tonnen,
- mit f den Adhäsionscoëfficienten,
- und mit m den Adhäsionsgrad der Locomotive, d. h. im vorliegenden Falle das Verhältniss des auf den Triebrädern ruhenden Theils des Locomotivgewichts zum Gewicht der Locomotive incl. Tender,

so ist die Grenze der Zugkraft durch den Ausdruck

$$f\,m\,L \text{ Tonnen} = 1000\,f\,m\,L \text{ Kilogramm} \tag{1}$$

gegeben.

Ferner ist der Widerstand des Zuges zu ermitteln, wobei bezeichnen:
- Z das Gewicht des Zuges (excl. Tender) in Tonnen,
- s das Steigungsverhältniss der Bahn in Millimeter pro Meter,
- v die Fahrgeschwindigkeit in Meter pro Secunde,
- a und b die im vorstehenden Paragraphen besprochenen Erfahrungscoëfficienten,
- a_i den Widerstandscoëfficienten der Locomotive, soweit derselbe aus der Achsreibung, der rollenden Reibung und dem Gleiten der Räder auf den Schienen resultirt (die sonstigen Widerstände kommen im vorliegenden Falle nicht in Betracht).[37]

Bei der geringen Grösse, welche das Steigungsverhältniss der Eisenbahnen zu haben pflegt, kann man für die überschläglichen Rechnungen, um welche es sich hier handelt, das relative Gewicht des Zuges $= s\,(L + Z)$ und den Cosinus des Neigungswinkels $= 1$ setzen.

---

37) Auch die Curvenwiderstände bleiben unberücksichtigt unter der Annahme, dass in scharfen Curven eine angemessene Steigungsermässigung stattfindet.

Man erhält alsdann den Widerstand des Zuges auf der Steige in Kilogramm durch den Ausdruck

$$L\,(a_{,} + b\,v^2) + Z\,(a + b\,v^2) + (L + Z)\,s \qquad (2)$$

und ferner durch Gleichsetzung der Werthe (1) und (2)

$$L\,(a_{,} + b\,v^2) + Z\,(a + b\,v^2) + (L + Z)\,s = 1000\,f\,m\,L$$

Hieraus ergiebt sich als Grenzwerth des Steigungsverhältnisses:

$$s = \frac{1000\,f\,m\,L - [L\,(a_{,} + b\,v^2) + Z\,(a + b\,v^2)]}{L + Z}$$

oder, wenn man $Z = n\,L$ setzt,

$$s = \frac{1000\,f\,m - [a_{,} + b\,v^2 + n\,(a + b\,v^2)]}{1 + n} \qquad (3)$$

Es können nun etwa nachstehende Zahlenwerthe angenommen werden:

$$f = \frac{1}{6,5} = 0,154,$$

$$a = 2,0,$$

$$b = 0,015.$$

Ferner (speciell für geringe Geschwindigkeit, also namentlich für den Güterverkehr):

$$v = 5,$$

$m = \begin{cases} 0,46 & \text{(für Locomotiven mit zwei gekuppelten Achsen),} \\ 0,67 & \text{(- - - drei - -),} \\ 0,71 & \text{(- - - vier - -),} \\ 1,00 & \text{(für Tendermaschinen).} \end{cases}$ [38]

Die zu vorstehenden Werthen von m gehörenden Grössen des Coëfficienten $a_{,}$ sind bezw. 5, 6, 7, 6.

$$n = \begin{cases} 3 \\ 6 \\ 9 \\ 12. \end{cases}$$

Speciell für grössere Geschwindigkeit (also namentlich für den Personenverkehr):

$$v = 12,5,$$

$m = \begin{cases} 0,27 & \text{(Maschinen mit einer Triebachse)} \\ 0,46 & \text{(- - zwei gekuppelten Achsen)} \end{cases}$

---

[38]) Bei Bestimmung dieser Werthe ist die Tabelle benutzt, welche am Schlusse des XVII. Capitels des dritten Bandes unseres Handbuchs gegeben ist.

Man erhält aus derselben die nachstehenden Durchschnittswerthe:

Beschaffenheit der Locomotive.	Gewicht der Locomotive. Tonnen.	Adhäsionsgewicht. Tonnen.
Locomotive mit einer Triebachse	29	12,5
- - zwei gekuppelten Achsen . . .	32,8	23,2
- - drei - -	35,1	35,1
- - vier - -	42,7	42,7.

Das Gewicht des Tenders ist durchweg = 17,5 T angenommen.

Bei den Annahmen hinsichtlich der sonstigen Zahlenwerthe war zu berücksichtigen, dass es sich um die Bestimmung von Grenzwerthen für die Steigungsverhältnisse handelt.

$$n = \begin{cases} 2 \\ 2{,}5 \\ 3 \end{cases}$$ [39]

$a_, = 3.$

Endlich hat es noch Interesse, bei dem Transport mit geringer Geschwindigkeit auch diejenigen Werthe von s zu kennen, welche sich ergeben, wenn man

$n = 0$ und

$n = 1$ setzt.

Führt man nun vorstehende Zahlenwerthe in die Formel (3) ein, so ergeben sich die folgenden Tabellen der Grenzwerthe der Steigungsverhältnisse, in denen die letzteren in mm pro Meter ausgedrückt sind.

A. für geringe Geschwindigkeit (Güterverkehr)

$v = 5$

Beschaffenheit der Locomotive.		$n = 0$	$n = 1$	$n = 3$	$n = 6$	$n = 9$	$n = 12$
Zwei Achsen gekuppelt	$m = 0{,}46$	64,5	31,5	14,5	7,5	4	3
Drei - -	$m = 0{,}67$	97	47	22,5	12	7,5	5
Vier - -	$m = 0{,}71$	102	50	24	12,5	8	6
Tendermaschine . . .	$m = 1{,}00$	147,5	72,5	35	19	12,5	9

B. für grössere Geschwindigkeiten (Personenverkehr)

$v = 12{,}5$

Beschaffenheit der Locomotive.		$n = 2$	$n = 2{,}5$	$n = 3$
Eine Triebachse . . .	$m = 0{,}27$	9	7	6
Zwei Achsen gekuppelt	$m = 0{,}46$	18	15	12,5

Diese Tabellen geben nun zu nachstehenden Bemerkungen Veranlassung:

1) Die erste Columne der Tabelle A hat insofern Interesse, als dieselbe die absoluten Grenzen für die Steigungen von Locomotivbahnen angiebt. In der Praxis werden diese Grenzwerthe aus nahe liegenden Gründen nie erreicht.

2) Die Werthe der zweiten Columne der Tabelle A und die für Tendermaschinen ermittelten Werthe derselben repräsentiren die ausnahmsweise zulässigen Maximalsteigungen. Derartige Ausnahmen kommen vor:

a) beim Betriebe von Trajectanstalten, falls die Wagen mit Hülfe einer Locomotive auf die Höhe des Bahnhofes befördert werden:

b) bei der Ausführung von Erdarbeiten, wobei die Locomotiven oft leere Wagen nach einer hoch gelegenen Gewinnungsstelle zu schieben haben[40];

---

[39] Aus den in Anmerkung 38 namhaft gemachten Zahlen ergeben sich nachstehende Werthe für die

Gewichte der Züge in Tonnen.

Adhäsionsgrad der Locomotive.	$n = 2$	$n = 3$	$n = 12$
0,27	93	140	
0,46	101	151	604
0,67		158	631
0,71		181	722.

Um die Leistung der Tendermaschinen mit diesen Gewichten zu vergleichen, muss man berücksichtigen, dass dreiachsige Tendermaschinen 38 bis 40 T und zweiachsige dergl. nur 24 bis 25 T wiegen.

[40] Ein Beispiel einer mit 0,09, also ungewöhnlich steil ansteigenden Arbeitsbahn mit Locomotivbetrieb ist erwähnt E. V. Z. 1869, p. 92.

c) bei Bergbahnen, welche fast ausschliesslich dem Personenverkehr dienen (ein solcher Fall liegt u. A. bei der Uetlibergbahn vor, welche mit einer Steigung von 70‰ ausgeführt ist);

d) beim Bau der Bahnen zweiter Classe. Sobald hierbei die Anwendung von Tendermaschinen zulässig ist und der Verkehr nur Züge von geringer Ausdehnung erfordert und eine beschränkte Geschwindigkeit gestattet, können unbedenklich Steigungen von 35 bis 40‰ gewählt werden. Hierüber sind die Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen (Abtheilung II) zu vergleichen.

Es muss noch bemerkt werden, dass in bestimmten Fällen der angegebenen Art die Zahlenwerthe der in der Formel (3) vorkommenden Grössen sich nicht selten anders gestalten, als im Obigen angenommen ist und dass die Steigungsverhältnisse entsprechend denjenigen Werthen zu ermitteln sind, welche die jeweilig vorliegenden Verhältnisse ergeben.

3) Stärkere Steigungen als die vorhin bezeichneten erfordern die Anwendung aussergewöhnlicher Betriebssysteme, deren Besprechung jedoch nicht an dieser Stelle vorzunehmen ist.

4) Die mit einer Linie eingefassten Werthe der Tabelle A und die Werthe der Tabelle B repräsentiren die Maximalsteigungen für Bahnen erster Classe. Da bei denselben der Güterverkehr den Personenverkehr zu überwiegen pflegt, so sind im Allgemeinen die Werthe der Tabelle A maassgebend.

Man ersieht nun aus dieser Tabelle, dass bei Bestimmung der Maximalsteigungen vor Allem bekannt sein muss, von welcher Construction die zur Beförderung der Güterzüge verwendeten Locomotiven sind und ob eine Theilung der aus der Ebene, bezw. der mit Hülfe der Thalbahnen angebrachten Güterzüge in Aussicht zu nehmen ist.

Der grösste Werth des Steigungsverhältnisses ergiebt sich für Locomotiven mit vier gekuppelten Achsen bei einem Gewicht des Zuges, welches dreimal so gross ist als das Gewicht der Locomotive incl. Tender, zu 24 bis 25‰.

5) Bei Bestimmung der Maximalsteigung muss nicht allein auf die Bergfahrt, sondern auch auf die Thalfahrt Rücksicht genommen werden, weil die Gefahren der Thalfahrt mit Zunahme des Gefälles erheblich wachsen. Es ist dies wohl ein Hauptgrund, weshalb man Bedenken hat, das Verhältniss von 25‰ (1 : 40), welches in Deutschland für die Bahnen erster Classe seit Jahren als Maximum gilt, zu verlassen.

6) Eine absolute Grenze ist indess durch das zuletzt genannte Verhältniss nicht gegeben. Die Frage, ob eine *mässige* Vergrösserung desselben (um 2 bis 3‰) unter Umständen zulässig sei, muss an der Hand der historischen Entwickelung des Eisenbahnwesens und unter Berücksichtigung der zahlreichen Verbesserungen, welche in den letzten fünf und zwanzig Jahren an der Bahn und an den Fahrzeugen gemacht sind, bejaht werden. Einige Strecken der Gotthardbahn werden wahrscheinlich eine Maximalsteigung von 26‰ erhalten.

§ 20. Einfluss des Terrains auf die Steigungsverhältnisse. — Im Obigen ist nachgewiesen, dass die für Bahnen erster Classe zu wählenden Steigungsverhältnisse zwischen 3 und 15‰ liegen, wenn man Locomotiven mit zwei gekuppelten Achsen in Aussicht nimmt, dass aber bei Verwendung von Locomotiven mit drei, bezw. vier gekuppelten Achsen die Maximalsteigung auf 21, bezw. 25‰ erhöht werden kann. Die genaue Bestimmung der in einem gegebenen Falle zu wählenden

Steigung kann nicht ohne angemessene Berücksichtigung der Terrainverhältnisse geschehen.

Es giebt zahlreiche Fälle, in denen die Höhenlage des Terrains in Verbindung mit den Höhenverhältnissen des Wasserspiegels der zu überbrückenden Flüsse und Bäche die Steigungsverhältnisse einer Eisenbahn ohne Weiteres bestimmt. Dies ist namentlich der Fall bei allen Bahnen, welche in der Thalsohle liegen, und es gilt alsdann bekanntlich im Allgemeinen die Regel, den Schienenfuss mindestens 0,7 bis 1m,0 über den höchsten bekannten Wasserstand zu legen. Dass bei Bahnen, welche dem Laufe eines Flusses folgen, die Steigungsverhältnisse häufig wechseln, ergiebt sich aus dem vorhin Gesagten von selbst.

Bei Bahnen im Hochgebirge wird man in den meisten Fällen auf Anwendung der Maximalsteigung angewiesen sein und es entsteht die Frage, in welcher Weise durch eine künstliche Verlängerung (Entwickelung) der Linie diese Steigung sich am besten erreichen lässt.

Auch bei Terrainverhältnissen mittlerer Art (im Hügellande) kommt mitunter der Fall vor, dass die Lage der Wasserläufe der Bahn ihre allgemeine Richtung ohne Weiteres anweist und dass aus der Höhenlage desjenigen Punktes der Wasserscheide, welcher zur Ueberschreitung derselben sich am besten eignet, zu dem Punkte, woselbst die Thalsohle verlassen werden muss, das zu wählende Steigungsverhältniss sich leicht ergiebt.

Gewöhnlich sind aber bei Ueberschreitung einer Wasserscheide verschiedene Linien von ungleicher Länge und verschiedenen Steigungsverhältnissen möglich und es pflegt alsdann die Erzielung mässiger Steigungen und flacher Curven mit namhaftem Kostenaufwande verknüpft zu sein. Je geringer die Steigung angenommen wird, desto weiter muss die Linie entwickelt werden, flache Curven bedingen bei den genannten Bahnstrecken eine erhebliche Vermehrung der Arbeiten. Auch die Kosten des Bahnbetriebes werden mit jeder Verlängerung der Linie steigen, pro Längeneinheit aber geringer werden, je mässiger die Steigungen und je flacher die Curven sind. Bei jeder Bahnstrecke der fraglichen Art entsteht somit die Aufgabe, die Vortheile, welche die Anwendung mässiger Steigungen und Curven für den Betrieb mit sich bringt, abzuwägen gegen die Nachtheile, welche dem Bau durch Vertheuerung der Bauten und dem Betrieb durch Vermehrung der Länge der Bahn erwachsen. Es handelt sich deshalb bei einem Vergleich verschiedener für die Ausführung in Frage kommender Bahnlinien (Concurrenzlinien), vom Standpunkte des Eisenbahntechnikers aus, namentlich um eine Ermittelung des Einflusses der Steigungen und Curven auf die Betriebskosten.

Der angedeutete Punkt lässt sich an dieser Stelle nicht weiter ausführen, derselbe wird eine ausführliche Besprechung in dem II. Capitel des »Handbuchs der Ingenieurwissenschaften« finden. Ebendaselbst wird auch der Einfluss der Locomotivconstruction auf die Bestimmung der Steigungsverhältnisse, worüber im vorigen Paragraph nur einige vorläufige Andeutungen gegeben werden konnten, einer genaueren Erörterung unterzogen werden.

Die »Grundzüge« enthalten über die Steigungsverhältnisse der freien Bahn folgende Bestimmung:

§ 2. Das Längengefälle, welches die Hauptbahnen in der Regel nicht überschreiten sollen, beträgt:

im flachen Lande 1 : 200,
im Hügellande 1 : 100,
im Gebirge 1 : 40.

Aus den Untersuchungen im § 19 geht hervor, dass von diesen Zahlen nur das Verhältniss 1 : 40 (0,025) einen eigentlichen Grenzwerth (und auch diesen nur annähernd) angiebt, die Verhältnisse 1 : 100 und 1 : 200 sind nur als gute Mittelwerthe für das Hügelland, bezw. für das Flachland zu betrachten. Sobald die Terrainverhältnisse Abweichungen von den angegebenen Werthen erfordern und sobald die Rücksichten auf den Betrieb derartige Abweichungen als zulässig erscheinen lassen, kann man dieselben unbedenklich einführen. Die Steigung 1 : 200 hat nahe Beziehungen zu dem oben (§ 18) ermittelten normalen Steigungsverhältnisse.

Einige Punkte, welche bei Wahl der Alignements- und Steigungsverhältnisse für Terrain von bestimmter Beschaffenheit zu beachten sind, sollen im Nachstehenden hervorgehoben werden.

§ 21. Besondere Rücksichten, welche bei der Projectirung von Bahnlinien in der Ebene zu nehmen sind:

1) Die festen Punkte, welche für Linien in der Ebene zunächst aufzusuchen sind, werden in der Regel die Plätze für die Eisenbahnstationen und diejenigen Stellen sein, welche durch die zwischen den Stationen liegenden Ortschaften bedingt werden. In vielen Fällen wird es ausführbar erscheinen, von Ort zu Ort mit geraden Linien durchzugehen, unbeirrt durch die dazwischen liegenden kleinen Hindernisse, die Erhebungen und Einsenkungen des Terrains u. s. w. Nicht selten stellt es sich heraus, dass die Umgehung solcher Hindernisse zwar Ersparung in den Baukosten zuwege bringt, dass aber dieselben durch die grösseren Betriebskosten, welche eine Folge der entstandenen Mehrlänge sind, überreichlich wieder aufgewogen werden.

Man vergl. hierüber Zeitschrift für Bauwesen 1861, p. 508:

»Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Vorarbeiten in flachem Terrain mit (fast) horizontalen Querprofilen besteht darin, dass die Richtung meist unabhängig von den zu überwindenden Höhenverhältnissen gewählt werden kann, also das Längennivellement gegeben ist, und dass es dann nur darauf ankommt, die Unebenheiten in diesem Längennivellement durch entsprechende Auf- und Abträge auszugleichen.«

Für Bahnen in der Ebene ist es ferner charakteristisch, dass die technischen Rücksichten sich den volkswirthschaftlichen in der Regel vollständig unterordnen müssen, während bei Linien, welche bedeutende Wasserscheiden übersteigen, die Technik weit mehr in den Vordergrund tritt.

2) Steigungen in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe sind im Allgemeinen schädlich, weil sie das Ingangkommen langer und schwerer Züge hindern, am nachtheiligsten sind also zwei vom Bahnhofe nach jeder Seite hin ansteigende Strecken. Man wird jedoch hierbei den Charakter der Station zu berücksichtigen haben. Auf grösseren Stationen mit Maschinenständen kann man auf »Nachschieben« durch die Reservemaschinen des Bahnhofs rechnen; andererseits pflegen auf ganz kleinen Stationen die schwersten Züge (Kohlenzüge u. s. w.) nicht zu halten. — Am zweckmässigsten liegt ein Bahnhof auf einer Scheitelstrecke, d. h. zwischen zwei nach dem Bahnhofe hin ansteigenden Strecken, weil bei dieser Lage die Geschwindigkeit der ankommenden Züge durch die Steigung ermässigt und diejenige der abfahrenden Züge in erwünschter Weise beschleunigt wird.

3) Kurze Steigungen in freier Bahn sind ohne wesentlichen Nachtheil, weil solche Steigungen durch das Beharrungsvermögen der Bahnzüge überwunden werden.

Wenn man die Geschwindigkeit eines Güterzuges auf horizontalen Strecken der freien Bahn zu 4 Meilen pro Stunde (9^m pro Secunde) annimmt, so ist die entsprechende Geschwindigkeitshöhe $= 4^m,2$. Wenn also die Maschine auch nur die Arbeit entwickelt, welche erforderlich ist, um die Reibungswiderstände der Fuhrwerke zu überwinden, so wird die Trägheit der Masse des Zuges hinreichen, um eine Höhe von $4^m,2$ zu ersteigen. Man spricht in solchen Fällen wohl von »mit Anlauf überwundenen« Steigungen. Schnellzüge werden ganz erhebliche Höhen mit Anlauf ersteigen können und es findet auf kürzeren Steigungen eine merkliche Verminderung ihrer Geschwindigkeit nicht statt. Man kann also in den fraglichen Fällen unbedenklich sogenannte verlorene Steigungen anordnen, überhaupt findet die sonst für den Eisenbahnbau geltende Regel, dass dergleichen möglichst zu vermeiden sind, bei Bahnen in der Ebene nur sehr beschränkte Anwendung. Namentlich haben bei Ueberschreitung von Flussthälern die Rampen, welche rechts und links der Brücken angelegt werden, um die nöthige Höhe für die Gewölbe, die Träger u. s. w. zu gewinnen, keinerlei Uebelstände für den Betrieb, wenn sie in gehöriger Entfernung von den Stationen liegen. Auch mit der Wahl des Steigungsverhältnisses braucht man in den angegebenen Fällen nicht ängstlich zu sein.

Der angedeutete Punkt wird in dem II. Capitel des ersten Bandes des »Handbuchs der Ingenieurwissenschaften« einer eingehenderen Untersuchung unterzogen werden.

4) Bei Bahnen in der Ebene hat man dahin zu streben, die Gradienten (Nivelletten) ziemlich hoch über dem Terrain zu halten. Die sonst geltende und beachtenswerthe Regel, dass die Massen der Einschnitte und Dämme sich thunlichst ausgleichen sollen hat geringen Werth für die fraglichen Bahnen, indem grosse Transportweiten nicht selten die vollständige Verwendung der Einschnittsmassen zu den Dammschüttungen unökonomisch machen. Die Bahn liegt auf Dämmen in der Regel trockener und deshalb fester, als in Einschnitten, unter den letzteren sind die flacheren den Schneeverwehungen allzusehr ausgesetzt. Auch erfordern Dammböschungen oft geringere Unterhaltungskosten als Einschnittsböschungen.

§ 22. Besondere Rücksichten bei entwickelten Linien im Hügellande und im Gebirge. — Bei entwickelten Linien im Hügellande und im Gebirge dominiren die Höhenverhältnisse; mit diesen Worten lässt sich sowohl der allgemeine Gesichtspunkt, aus welchem dergleichen Linien zu beurtheilen sind, andeuten, wie auch der erste Anhaltpunkt für die Tracirungsarbeiten geben. Als besondere Punkte, welche bei Bahnen der fraglichen Art zu beachten sind, wären folgende namhaft zu machen:

1) Man stellt mit Recht die Regel auf, dass stetige und ununterbrochene Steigungen, soweit dieselben nicht durch die Rücksichten auf schärfere Curven zu modificiren oder durch die Rücksichten auf das Wassernehmen der Maschinen zu begrenzen sind, am vortheilhaftesten für den Betrieb seien. Dem entsprechend sind verlorene Gefälle als ein grosser Uebelstand bei Linien der fraglichen Art zu betrachten. Die Unterbrechung der Rampen bei längeren Steigungen, wie solche durch die Bahnhofs-Horizontale sich ergiebt, kann im Allgemeinen als vortheilhaft bezeichnet werden (vergl. die Mittheilung über die Enquête von 1863, Organ 1866, p. 183). Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass es noch vortheilhafter wäre, wenn man die von den Bahnhöfen eingenommenen Längen zur Ermässigung der Steigung nutzbar machen könnte. Stationen in stark ansteigenden Strecken erfordern in der Regel grosse Opfer, welche sich nur für Orte von einiger Bedeutung motiviren lassen.

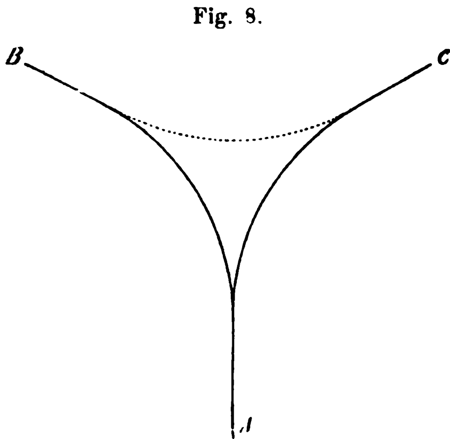
2) In den Tunneln hat eine Ermässigung der Maximalsteigung stattzufinden. Die Feuchtigkeit, welche daselbst herrscht, beeinträchtigt das Trocknen der Schienen. Es kann somit in Tunneln leicht der Fall vorkommen, dass die Adhäsion der Maschinen ungenügend wird, was auf freier Bahn nur bei sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen vorkommt. Auf der Bahn von Turin nach Genua hat man die Erfahrung gemacht, dass Züge, welche Rampen von 0,035 unter freiem Himmel ohne Schwierigkeiten erstiegen, im Tunnel mit 0,0287 Steigung nicht selten liegen geblieben sind. Man empfiehlt eine Verminderung der Steigung von 2 bis 3^{mm} pro Meter, jedoch muss die Beschaffenheit des Gebirges behufs Beurtheilung des muthmaasslichen Grades der Feuchtigkeit berücksichtigt werden.

Eine Verminderung des Adhäsionscoëfficienten der freien Bahn $\left(\frac{1}{7}\right)$ auf $\frac{1}{7,8}$ bis $\frac{1}{8}$ soll in Tunneln nicht selten vorkommen.

3) Bei Bahnen mit stärkeren Steigungen ist auf Ausrundung der Gefällwechsel oder Visirbrüche und auf Anordnung von Uebergangscurven schon bei der detaillirten Bearbeitung des Projects Rücksicht zu nehmen, während die angedeuteten Punkte bei Bahnen in der Ebene erst bei Herstellung des Oberbaues in Frage kommen. (Die nähere Besprechung der Gefällwechselausrundung und der Uebergangscurven ist für das VIII. Capitel dieses Bandes in Aussicht genommen.)

4) Die engen Grenzen, welche den Krümmungshalbmessern der Bahncurven gesteckt sind, bedingen bei beschränktem Terrain, in engen Thälern u. s. w. mitunter die Anlage von »Kopfstationen«. In solchen Fällen erhält die Bahntrace die in nebenstehender Figur dargestellte Grundform; was beim Eintritt in die Kopfstation A der Anfang des Zuges war, wird beim Austritt aus derselben das Ende. — Man hat versucht, eine ähnliche Anordnung auch auf freier Bahn, unabhängig von den Stationen anzubringen, um an Kosten bei stark ansteigenden Bahnstrecken zu sparen, und zwar in der Weise, dass man unter Anwendung zweier in mässiger Entfernung liegenden »Spitzkehren«, welche durch eine horizontale oder wenig ansteigende Strecke von einander getrennt sind, den Zug am Ende einer Steigung halten, dann eine kurze Strecke schieben und wieder halten lässt, um sodann in eine neue Steigung einzutreten. Ein solches Arrangement (Zick-Zack-Tracirung) ist u. A. auf der Gebirgsbahn über die Blue Mountains in Australien (s. E. V. Z. 1866, p. 56) ausgeführt. Für deutsche Hauptbahnen ist dasselbe als zu gefährlich noch nicht zur Anwendung gekommen, und namentlich für die Gotthardbahn als unzulässig erklärt.

Fig. 8.



§ 23. Schlussbemerkung. — Die in den §§ 11 bis 22 gegebenen Auseinandersetzungen enthalten die wesentlichsten Grundlagen für den Bahnbau im Allgemeinen und somit auch für die Tracirung der Eisenbahnen. Es ist nun erforderlich, dass diese Grundlagen für den einzelnen Fall sorgfältig und zum Voraus fixirt werden. Ausser den besprochenen kommen aber bei einem Eisenbahnproject noch mancherlei andere Punkte in Betracht. Von diesen wollen wir nur beispielsweise nennen:

Bestimmungen darüber, in welchen Fällen Ueberfahrten und in welchen Fällen Durchfahrten oder Wegebrücken anzulegen sind; — Bestimmungen über die Entfernung der Bahn von Gebäuden, welche nicht feuersicher sind, u. s. w.

Wenn es nun schon bei minder wichtigen Bauausführungen ziemlich allgemein üblich geworden ist, die Grundbedingungen, denen ein Project genügen soll, in einer besondern Ausarbeitung, einem Programm niederzulegen, so erscheint es gewiss gerechtfertigt, wenn man in neuerer Zeit auch bei Eisenbahnbauten die rechtzeitige Aufstellung eines Programms als zweckmässig bezeichnet. Wir citiren in dieser Beziehung die nachstehende Stelle aus »Heider's Anleitung zum Traciren«:

»Eine Verständigung über den Zweck, welchem die zu tracirende Eisenbahn entsprechen soll, ist eines der ersten Erfordernisse, bevor man an das Geschäft des Tracirens und Projectverfassens gehen kann. Es vertritt dieselbe die Stelle eines Programms, wie solches in der Regel jeder Projectverfassung vorausgeschickt werden soll und dem Projectanten einerseits als Anhaltpunkt, andererseits zur Rechtfertigung des projectirten Baues dient.

Der Entwurf, das Project, wird als solches vollkommen genannt werden, wenn dem Programme damit entsprochen ist und der Projectant wird nie für das Zeitgemässe oder Zweckmässige des Programms verantwortlich gemacht werden.

Für die Tracirung und Projectverfassung von Eisenbahnen waren aber bisher solche Programme sehr wenig oder gar nicht gebräuchlich. Die Person, welche das Programm allein entwerfen kann (für sich entwirft), ist der Techniker, und diejenige, welche das Project darnach auszuarbeiten hat, ist wieder der Techniker. Man überlässt daher gleich beides ein und derselben technischen Persönlichkeit, ohne zu bedenken, dass beide sehr wesentlich verschiedene technische Zweige sind, dass nur zu wenig Uebereinstimmung der einzelnen Ansichten, selbst in einem und demselben Zweige, bestehe und dass daher auch sehr oft von dem den Betrieb der fertigen Bahnen später leitenden Techniker mit andern Ansichten über den Betrieb, als sie der Projectant hatte, das Project als schlecht erklärt wird.

Aber auch abgesehen hiervon, so wird es sehr selten wirklich der Fall sein, dass der Ingenieur, welcher sich mit Verfassung und Ausführung grossartiger Eisenbahnprojecte befasst, auch gleichzeitig so umfassende Kenntnisse des technischen Betriebes besitzt, dass er in beiden Fächern als Autorität wirklich maassgebend auftreten kann, und selbst wenn dies der Fall ist, sollte auch er das Programm vom Projecte trennen, so dass jedes getrennt beurtheilt und das Programm vor Verfassung des Projects vom Bauherrn angenommen werden kann.«

Den im Vorstehenden ausgesprochenen Ansichten ist auch bei den früheren Bearbeitungen der Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen Rechnung getragen, indem folgende Bestimmungen aufgenommen waren[41]):

1) In der Einleitung.

»Um bei Aufstellung und Beurtheilung des Projects für eine secundäre Bahn, gleichviel welcher Art, von bestimmten Grundsätzen ausgehen zu können, ist es nothwendig, dass für jeden Fall ein Programm aufgestellt werde, durch welches der Hauptzweck der Anlage im Ganzen oder für einzelne Strecken festgestellt und die Leistungen begrenzt werden, nach welchen dann die Constructionen den Bestimmungen der Grundzüge entsprechend zu wählen sind.«

---

[41]) In den neuesten Grundzügen für die Gestaltung der secundären Bahnen vom Jahre 1876 findet man obige Bestimmungen nicht mehr. Zweckmässig sind dieselben immerhin.

2) Unter Classe II. Vorbemerkung.

»Bei Anlange solcher Bahnen (Bahnen mit normaler Spur, ungewöhnlichem Betriebsmaterial und einer beschränkten grössesten zulässigen Fahrgeschwindigkeit) ist stets ein Programm aufzustellen, welches Folgendes feststellt:

a) Die grösseste zulässige Belastung jeder Triebachse.

b) Die grösseste zulässige Belastung jeder Wagenachse.

c) Die grösseste zulässige Breite und Höhe der Betriebsmittel incl. deren Beladung.«

Mit der Erwähnung des Programms für einen Eisenbahnbau schliessen wir unser Capitel. Alle Untersuchungen, welche sich auf die Einzelnheiten der Tracirung und der Vorarbeiten beziehen, ferner die Besprechung des Expropriationsverfahrens, die Lehre vom Erdbau und von den Kunstbauten fallen nicht in den Rahmen unseres Handbuches, dieselben werden vielmehr bei einer anderen Gelegenheit angestellt werden. Nur über die an dem Erdkörper der Eisenbahnen vorkommenden Arbeiten, welche zu der Unterhaltung desselben in naher Beziehung stehen, soll im folgenden Capitel das Nöthige gesagt werden. Im Uebrigen haben wir uns bei den weiter anzustellenden Erörterungen das Planum der Bahn und der Bahnhöfe fertig hergestellt zu denken.

Literatur.

Genauere Angabe der Titel von Werken, auf welche im Obigen verwiesen ist:

*Perdonnet. Traité élémentaire des chemins de fer. Paris, Garnier frères 1865. I. Band p. 111 und IV. Band p. 129 (Besprechung der Frincipien der Bahntracirung und der Tracen vieler ausgeführter Bahnen).

*Couche. Voie, materiel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris, Dunod 1867, p. 1. (Ausführliche Besprechung der Spurweiten.)

Heider. Systematische Anleitung zum Traciren der Eisenbahnen. Leipzig, Schrag 1860. (Vollständige, aber gedrängte Uebersicht der Principien der Tracirung und der beim Traciren vorkommenden Arbeiten.)

Tredgold. A practical treatise on rail-roads and carriages. London, J. Taylor 1825.

Becker. Strassen- und Eisenbahnbau. Stuttgart, C. Mäcken.

von Kaven. Vorträge über Ingenieurwissenschaften an der polytechnischen Schule zu Aachen. Abtheilung I. Einleitung zum Wege- und Eisenbahnbau und Der Wegebau. Hannover, Rümpler 1870.

Die bekannten Zeitschriften für Eisenbahnwesen wurden mit folgenden Abkürzungen bezeichnet:

Organ: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden, Kreidel's Verlag. Mit Supplementbänden.

Eb. Z.: Eisenbahnzeitung, redigirt von Etzel und Klein. Stuttgart, Commission der Metzler'schen Buchhandlung.

E. V. Z.: Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Leipzig, Hinrich'sche Buchhandlung. Erscheint seit Frühjahr 1876 in Berlin.

III. Capitel.

Herstellung der Erdkörper.

Bearbeitet von

Gustav Meyer,
Eisenbahn-Bau-Inspector in Berlin.

(Hierzu Tafel III und IV.)

---

§ 1. Uebersicht. Querprofile der Auf- und Abträge. Kronenbreite. — Wenn der Titel des vorliegenden Handbuches anzeigt, dass die Erdarbeiten von der Abhandlung über Eisenbahnbau ausgeschlossen bleiben sollen, so bezieht sich dieser Ausschluss auf alle die Fragen, welche den Betrieb der Erdarbeiten, die technischen Vorarbeiten und die administrative Disposition betreffen und von Bedeutung sind für die ökonomische und rasche Ausführung.

Diejenigen Fragen aber, welche den Erdkörper als solchen zum Gegenstand haben, seine Lage, seine Dimensionen, seine Formen und die auf Erhaltung derselben gerichteten Vorsichts-Maassregeln, sowie die Mittel zur Wiederherstellung gestörter Anlagen, sollen uns in diesem dritten Abschnitte hauptsächlich beschäftigen.

Dabei ist es zweckmässig erschienen, die Auf- und Abträge bei der Verschiedenheit ihrer Anlage und ihres Verhaltens gegen äussere Einwirkungen auch getrennt zu behandeln, wenigstens soweit, als die Arbeiten zur Herstellung und Sicherung derselben besprochen werden. Bei Einschnitten ist es vorzugsweise der Schutz der blosgelegten Wände, im weitesten Sinne, welcher in Frage kommt, bei Aufträgen, ausser den Böschungen, die bewegte Masse des Auftrages selbst und der Boden, welcher ihn trägt.

Die Reihenfolge nun, in welcher wir den vorliegenden Stoff bearbeiten, soll die sein, dass wir zunächst die Querprofile der Auf- und Abträge und die Böschungsneigungen in verschiedenem Terrain besprechen, daran die Anlagen zur Sicherung und Reparatur der Einschnitte und Dämme anschliessen, sodann die Entwässerung des Planums und schliesslich die Besamung und Bepflanzung der Böschungen behandeln.

Die Querprofile der Erdkörper werden bestimmt:

1. durch die Kronenbreite der Bahn,
2. durch die Böschungen und

3. durch Anlagen zum Schutz und zur Unterhaltung des Bahnkörpers und des Oberbaues. Sie sind abhängig von der Bodenbeschaffenheit, der Terrainbildung, dem Klima, dem Werthe der getroffenen Ländereien und anderen localen Verhältnissen. In den späteren Paragraphen dieses Abschnittes werden sie specieller erörtert werden; hier nur soweit, als sie für die Aufstellung der Normalprofile von Einfluss sind.

Die auf die Kronenbreite bezüglichen Vereinbarungen des V. D. E. sind nach den Beschlüssen vom 26. bis 28. Juni 1876 folgende:

I. § 7. Die Doppelgleise in der freien Bahn sollen vom Mittel zu Mittel nicht weniger als 3^m,500 von einander entfernt sein.

Treten zu diesen Doppelgleisen noch weitere Gleise hinzu, so ist die Entfernung von dem alten Gleise auf mindestens 4^m festzusetzen.

Bei Erbauung von neuen Bahnen wird überhaupt eine Entfernung sämmtlicher Gleise von 4^m empfohlen, conform dem Normalprofil des lichten Raumes.

§ 8. Die Kronenbreite in einer durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll vom Durchschnittspunkte der Böschungslinie bis zur Mitte des nächsten Gleises nicht unter 2^m betragen.«

Bei einer eingleisigen Bahn ist für die Kronenbreite der Erdkörper im Wesentlichen die Construction des Oberbaues, dessen sichere Lagerung besonders gegen seitliche Verschiebung maassgebend. — Für das Minimum der Kronenbreite von 4^m (vergl. den vorstehend citirten § 8 der Grundzüge für die Gestaltung der Haupt-Eisenbahnen Deutschlands) ergiebt sich von der Mitte jeder Schiene bis an die Kante der Bahnkrone eine Breite von 1^m,25 und bei dem Oberbau mit Querschwellen, wenn deren Länge zu 2^m,5 (etwa 8 Fuss) angenommen wird, vor jedem Schwellenkopf eine Breite des Bettungsmaterials von 0^m,75. Bei einem Oberbau auf Langschwellen wirkt die Masse des Bettungsmaterials an jeder Seite der Schiene günstiger gegen seitliche Verschiebungen des Gleises. Verlangt man daher für beide Constructionen eine gleiche Sicherheit in dieser Hinsicht, so würde das Langschwellensystem eine geringere Kronenbreite zulassen als das der Querschwellen.

Bei doppelgleisigen Bahnen kommt als neuer Factor bei Bestimmung der Kronenbreite die Ausladung der Eisenbahnfahrzeuge in Betracht. Nach den »Grundzügen u. s. w.« dürfen sämmtliche Eisenbahnfahrzeuge in den festen Theilen nicht mehr als 3^m,150 breit sein. Bei geöffneten Wagenthüren sollen dieselben die Breite von 3^m,900 nicht überschreiten (§ 133 d. Grundz. v. Jahr 1871). Für letztere Breite ist bei der im § 7 der Grundzüge vorgeschriebenen Minimal-Entfernung der Gleismitten von 3^m,500 genügender Raum für zwei sich begegnende Bahnzüge nicht vorhanden. Nach den neuesten Vereinbarungen der D. E. V. vom Juni 1876 wird daher eine Entfernung der Gleismitten von 4^m für Neubauten empfohlen.

Rechnet man nun die Gleisbreite von Mitte zu Mitte der Schienen zu 1^m,50, bei der Spurweite von 1^m,435 und einer Breite des Schienenkopfes von 0^m,065, so vertheilt sich die ganze Kronenbreite

bei zweigleisigen Bahnen auf:

die beiden Aussenbankette zwischen äusserer Schiene und Kronenkante, à 1^m,25	= 2^m,50
die beiden Gleise, à 1^m,50	= 3^m
die Zwischenweite zwischen den beiden Gleisen (4^m — 1^m,50)	= 2^m,50
zusammen:	8^m,00;

bei eingleisigen Bahnen auf:

die beiden Aussenbankette, à $1^m,25$ . . . . . . = $2^m,50$

das Gleis . . . . = $1^m,50$

zusammen: $4^m,00$.

Für die nach den »Vereinbarungen« (§ 7) noch als zulässig erachtete Entfernung der Gleismitten von $3^m,50$ und nach der Bestimmung des § 8 ergiebt sich für doppelgleisige Bahnen eine Minimal-Kronenbreite von . . . . $7^m,50$,

für eingleisige Bahnen von . . . . $4^m,00$.

Die im § 7 derselben »Vereinbarungen« enthaltene Empfehlung, bei Erbauung von neuen Bahnen die Entfernung der Gleisachsen zu 4^m, conform dem Normalprofil des lichten Raumes, anzunehmen, hat mit Rücksicht darauf, dass solche Entfernung bei den meisten bestehenden Bahnen nicht vorkommt, und auch nicht mehr einzuführen ist, bis jetzt wenig Beachtung gefunden.

So hat man auch für neuerdings projectirte preussische Staatsbahnen, beispielsweise für die Berlin-Wetzlarer Eisenbahn, den Zwischenraum zwischen den beiden Gleisachsen zu nur $3^m,5$, dem nach den »Vereinbarungen des V. D. E.« zulässigen Minimalmaasse, festgesetzt. — Für dieselbe Bahn ist der Abstand der Kante der Kiesbettung von der Mitte des nächsten Gleises in der Höhe der Schienen-Unterkante gemessen:

bei eisernem Oberbau nach dem System Hilf zu . . . $1^m,5$,

bei hölzernen Querschwellen zu . . . . $1^m,75$,

und die Höhe der Bettung in Gleismitte:

bei Hilf'schem Oberbau zu . . . . $0^m,4$,

bei hölzernen Querschwellen zu . . . . $0^m,45$

angenommen.

Die Planumsbreite ist für beide Arten Oberbau gleich und zu 9^m festgesetzt (siehe Skizzen, Fig. 1 und 2 am Schluss dieses Paragraphen).

Von ausgeführten Bahnen haben viele preussische bei eingleisigem Bahnkörper eine Kronenbreite von 15′ ($4^m,71$), bei zweigleisigem eine solche von 25′ Pr. ($7^m,85$) mit 11′ 4″ (= $3^m,557$) Entfernung der Gleismitten.

Aehnliche Maasse kommen auf süddeutschen Bahnen vor; in Württemberg macht man die Kronenbreite bei eingleisiger Bahn $4^m,58$ (16′ Württemberg.), bei doppelgleisiger $7^m,74$ (27′) und die Entfernung der Gleismitten $3^m,72$ (13′). Die älteren hannoverschen Bahnen haben eine Kronenbreite von $8^m,18$ (= 28′ Hann.), welche in den späteren Projecten auf 8^m reducirt ist; dabei beträgt die Entfernung zwischen den Gleismitten $3^m,765$. Mehrere französische Bahnen sind in der Höhe der Schienen-Oberkante, wenn eingleisig $3^m,60$, wenn zweigleisig $7^m,20$ breit, auf die Unterkante der Schienen reducirt entsprechen diese Maasse nahezu den oben angegebenen Minimalbreiten.[1])

Nach § 8 der »Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen« (Hannover 1876) soll die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinie bei eingleisigen Bahnen

---

[1]) Mit Rücksicht auf die billigere Herstellung von den in neuester Zeit in Oesterreich im Bau begriffenen und projectirten zahlreichen eingleisigen Bahnen ist dort eine Kronenbreite — durch die Unterkante der Schienen gemessen — von $3^m,80$ gestattet. Bei der Anlage von zwei Gleisen darf diese Breite nicht unter $7^m,0$ genommen werden. Die Kronprinz Rudolf-Bahn hat eine Kronenbreite von $3^m,78$ (12′ Oesterr.). Anmerk. d. Redact.

und normaler Spurweite nicht weniger als $3^m,300$ (bei schmaler Spur — von 1^m resp. $0^m,750$ Weite — nicht weniger als das $2\frac{1}{2}$ fache der Spurweite) betragen. Bei stärkeren Curven und hohen Dämmen wird eine Verbreiterung nach der Aussenseite empfohlen.

Die Entfernung der Gleismitten ist auf französischen und englischen Bahnen häufig auf $3^m,30$ eingeschränkt.

Den oberen Theil des Bahnkörpers bildet die Unterbettung für den Oberbau.

Nach § 10 der »Vereinbarungen des V. D. E.« soll das Bettungsmaterial, sowohl unter den Schwellen als unter den Steinunterlagen, wenigstens 200^{mm} stark sein.

Für hölzerne Querschwellen von $0^m,15$ Stärke ergiebt sich demnach eine Minimalstärke der Bettung über dem Sattel des Planums von $0^m,35$ und ein mittlerer Vertikalabstand zwischen Schienen-Unterkante und Planum von pp. $0^m,4$.

Letzteres Maass ist bei vielen Bahnen eingeführt, wird aber da, wo das Planum der Einschnitte in undurchlässigen Boden trifft, auf pp. $0^m,5$ verstärkt.

Für die eigentlichen Erdarbeiten ist die Formationsbreite, d. h. die Breite der Dämme und Einschnitte in der mittleren Höhe der Bettungssohle (Planumshöhe) in Rechnung zu ziehen. Wird die Bettung nicht in Form von Bettungsgräben oder Koffern, sondern als freiliegender Körper ausgeführt und nimmt man die Stärke der Bettung im Mittel zu $0^m,50$ an, so erhält man bei einer Kronenbreite von 8^m (resp. 4^m) und einer Böschungsanlage von $1\frac{1}{2} : 1$ die Breite unter dem Bettungskörper in Planumshöhe zu $(8^m + 3 . 0^m,50) = 9^m,50$ für doppelgleisige und von $5^m,50$ für eingleisige (vergl. Fig. 9, Tafel III); bei $7^m,5$ Kronenbreite zu 9^m für doppelgleisige Bahnen.

Bei Abträgen wird die Formation um den Raum für die auf beiden Seiten des Bettungskörpers herzustellenden Einschnittsgräben breiter als bei Aufträgen. Die Tiefe dieser Gräben unter der Bahnkrone variirt gewöhnlich zwischen 2 und 3 Fuss Preuss. ($0^m,63$ und $0^m,94$). Werden zur Trockenlegung des Planums nicht noch besondere Entwässerungsanlagen ausgeführt, so dürfte es gerathen sein, das Maass von $0^m,75$ für die normale Tiefe festzuhalten.

Die Sohlenbreite der Einschnittsgräben richtet sich nach dem Wasserquantum, welches sie abzuführen haben. Ist dieses nur gering, so kann eine Breite von $0^m,30$, wie sie häufig vorkommt, ausreichend sein, zumal wenn oberhalb der Einschnittsböschung noch ein Graben zur Entwässerung des Terrains angelegt wird. In der Regel indessen wird eine grössere Sohlenbreite zweckmässiger sein. Rechnet man dieselbe zu $0^m,50$, so beträgt die Entfernung zwischen den Grabenufern in Planumshöhe bei $1\frac{1}{2}$ facher Böschung $0^m,50 + 3 . 0^m,25 = 1^m,25$ und die Formationsbreite der Einschnitte ohne Bankette bei 8^m Kronenbreite und $0^m,50$ Höhenunterschied zwischen Schienen-Unterkante und Planumshöhe $9^m,50 + 2 . 1^m,25 = 12^m,00$ für doppelgleisige Bahnen und 8^m für eingleisige (vergl. Fig. 1, Tafel III). Bei $7^m,5$ Kronenbreite erhält man das Maass von $11^m,50$ für zweigleisige Bahnen.

Bei Anlage von Banketten ist die Breite derselben diesen Maassen zuzusetzen.

Solche Bankette werden auf deutschen Bahnen häufig an den Einschnittsböschungen in der Höhe der Bahnkrone hergestellt, selbst wenn man für den oberen Theil der Böschungen von der Bankett-Anlage absieht (vergl. Fig. 2, Tafel III). Dieselben sollen zum Schutz der Einschnittsgräben und zur vorläufigen Ablagerung des Auswurfs beim Reinigen der Gräben dienen. Nach Ansicht vieler Ingenieure haben solche Bankette bei ihrer Lage am Fusse der Einschnittsböschungen dieselben Nachtheile, welche überhaupt gegen die Bankette an Böschungen sprechen. Auf neueren französischen Bahnen werden sie daher an der Bahnseite des Einschnittgrabens am

Fusse der Bettung in Planumshöhe ($0^m,50$ breit) angeordnet; ähnlich aber selten auf englischen Bahnen (vergl. Fig. 3 und 4, Tafel III). Bei dieser Anwendung dienen sie gleichzeitig als Fussbankett für Bahnbeamte und Arbeiter.

Eine wesentliche Einschränkung der Formationsbreite ist bei Einschnitten dadurch zu erreichen, dass man die Einschnittsgräben an einer oder beiden Seiten durch Mauern einfasst (vergl. Fig. 4, 5, 7 und 8, Tafel III).

Bei tiefen und felsigen Einschnitten wird durch solche Anlagen eine wesentliche Ersparung an Erdarbeiten erreicht.

Zu den Anlagen ausserhalb der Auf- und Abtragsböschungen gehören die Gräben behufs Ableitung des Tagewassers (s. Fig. 1 und 9), über welche hinaus dann noch gewöhnlich ein Schutzstreifen von etwa $0^m,5$ bis $0^m,8$ bis zur Grenze des Bahnterrains angenommen wird. Bei Dämmen lässt man häufig zwischen Böschungsfuss und Graben ein Bankett von etwa $0^m,5$ Breite stehn.

Ferner gehören dazu in aussergewöhnlichen Fällen die Anlagen zum Schutz gegen Schnee[2] und gegen Waldbrände. Da im vierten Bande specieller auf diesen Gegenstand eingegangen werden soll, so mag es hier genügen, die betreffenden Paragraphen aus den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen anzuführen:

»I. § 50. Auf Vermeidung der Schneeverwehungen und Schneeverschüttungen ist schon bei Anlage des Planums die sorgfältigste Rücksicht zu nehmen.

§ 51. In Waldungen ist zur Sicherheit gegen Waldbrände ein Streifen wund zu halten, oder in solcher Weise zu benutzen, dass die Fortpflanzung des Feuers dadurch behindert wird. Die Breite des Streifens ist nach der Localität zu bestimmen.

Derselbe Zweck kann auch durch Anlage von Schutzgräben erreicht werden, welche in entsprechender Entfernung vom Bahngleise anzulegen und von brennbaren Gegenständen rein zu halten sind.

Holzbestände, welche einen Umbruch befürchten lassen und dann das Bahngleise erreichen, sind zu beseitigen.«

Auf Tafel III sind in den Figuren 1 bis 5 einige Beispiele von Querprofilen für Abträge und in den Figuren 9 und 10 solche für Aufträge dargestellt.

Fig. 1 zeigt ein Profil, wie es sich aus den vorher angeführten Dimensionen der Bahnkrone von 8^m, des Bettungskörpers von $0^m,5$ Stärke und der Einschnittsgräben von $0^m,75$ Tiefe bei einer Anlage der Böschungen von $1\frac{1}{2} : 1$ ergiebt; Fig. 9 das entsprechende für Aufträge.

Fig. 2 giebt die Normal-Profile der Köln-Giessener Bahn bei Abträgen in Erde und in Fels. Der Erdkörper bei Aufträgen hat hier dieselbe obere Breite, wie die Unterfläche der Bettung bei Abträgen.

Fig. 3 stellt Einschnittsprofile einiger von Brunel ausgeführten Zweigbahnen der Great-Western-Eisenbahn in England dar, bei denen die Spurweite 7 Fuss engl. ($= 2^m,13$) und die Zwischenweite zwischen den Gleisen 6′ engl. ($= 1^m,83$) beträgt. Die Kronenbreite, welche bei den älteren Bahnen 30′ engl. ($= 9^m,14$) war, ist bei den neueren auf das angegebene Maass von 28′ engl. ($= 8^m,54$) reducirt. Das auf der linken Seite der Fig. 3 gezeichnete Querprofil bezieht sich auf flache Einschnitte von weniger als 10′ ($= 3^m,05$) Tiefe, die der besseren Entwässerung wegen breiter hergestellt sind als tiefe Einschnitte und eine Formationsbreite von 43′ engl. ($13^m,11$), unter ungünstigen Verhältnissen bis 47′ ($14^m,33$) haben.

---

[2] Vergl Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1852, 1854 und 1862.

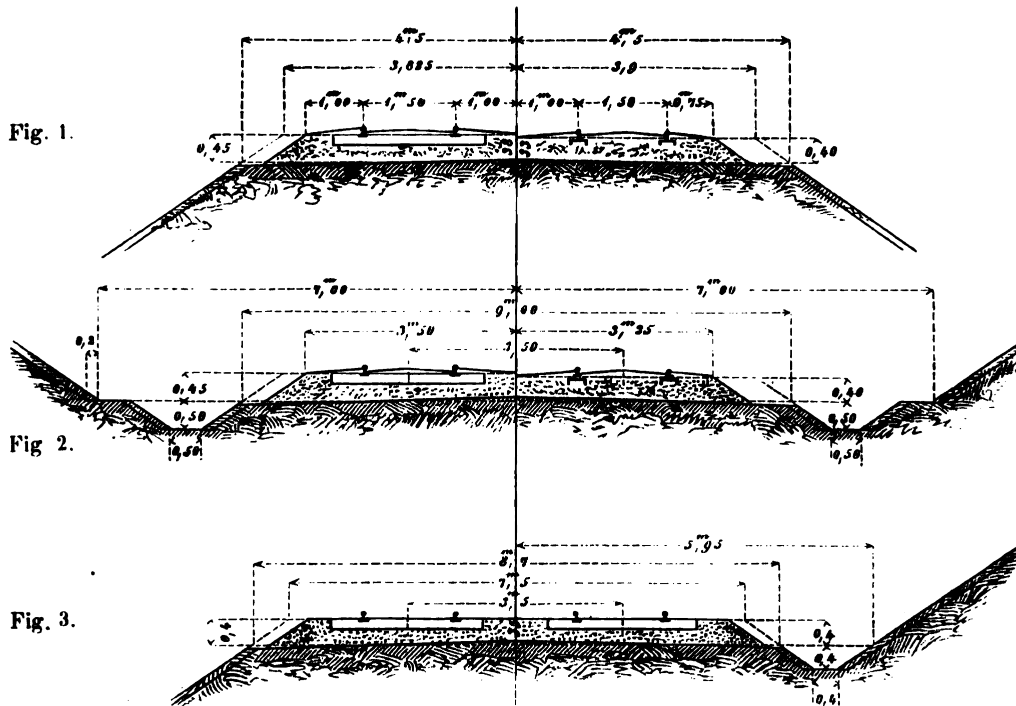
Fig. 4 zeigt Einschnittsprofile von französischen Bahnen in Erde und Fels.

Fig. 5 desgl. Profile der Brennerbahn und Fig. 10 ein französisches Auftragsprofil.

Ferner geben nachstehende Holzschnitte in

Fig. 1 und 2 Normalprofile der Berlin-Wetzlarer Bahn,

Fig. 3 die bei einigen neueren Bahnen eingeführten Profile mit 0^m,4 mittleren Abstand zwischen Planum und Bahnkrone.



§ 2. Böschungen in verschiedenem Terrain. Bankette. — Die zulässige Neigung der Böschungen ist bedingt bei Einschnitten durch die Cohäsion der Masse in ihrer natürlichen Lagerung, bei Dämmen durch die Reibung der gelösten Materialientheile und bei beiden ausserdem noch durch das Verhalten der Masse gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und des Wassers.

Die Ermittelung des natürlichen Böschungswinkels ist für Aufträge durch Aufschüttung des gelösten Materials leicht zu bewerkstelligen. Für die Praxis ist es aber erforderlich, die Böschungen flacher zu halten, als dieser Winkel anzeigt, da sich derselbe auf den Zustand des Gleichgewichts bezieht, welches durch äussere Einwirkungen leicht gestört wird. Gewöhnlich wird es ausreichen, die Böschungen um die Hälfte mehr ausladen zu lassen.

Bei Einschnitten ist es schwierig, die zulässige Neigung der Böschungen durch Versuche direct zu bestimmen, indem in vielen, namentlich fetten Bodenarten, frisch abgestochene Wände sich bedeutend steiler halten (oft auch lange Zeit vertical), als sie sich später in Folge der wechselnden Einwirkungen des Wetters böschen. Werden solche Einschnittswände schnell durch wirksame Bekleidungen gegen das Wetter geschützt, so gestatten sie oft eine steilere Lage als Dammböschungen in demselben Material.

Dagegen sind Einschnittsböschungen in quelligem, mit durchlässigen Schichten durchzogenem Terrain mehr gefährdet und verlangen eine flachere Neigung als die Böschungen der aus solchem Material geschütteten Dämme, wenn die Aufschüttung sorgfältig unter Fernhaltung der vom Wasser durchweichten Massen geschehen ist.

Nach der Praxis vieler Ingenieure werden, mit Ausnahme von Fällen letzterer Art, den Einschnitten steilere Böschungen gegeben als den Dämmen; gebräuchlicher ist es jedoch in erdigem Terrain das Böschungsverhältniss für Dämme und Einschnitte gleich zu rechnen und nur bei Fels und Gestein verschieden.

Allgemein gültige Regeln über die Neigung der Böschungen lassen sich nicht aufstellen, indem die Standfähigkeit einer und derselben Bodenart je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden sein kann. Die folgenden Angaben können deshalb nur als Anhaltspunkte dienen.

Nach Henz[3]) sind unter gewöhnlichen Umständen die Böschungen

1. in Gartenerde, Torf und anderem gleichartigen Boden	2fach[4])
2. in Lehm und Sand	$1\frac{1}{2}$ fach
3. in Thon, Kies und Gerölle	$1\frac{1}{4}$ fach
4. in weichem Tagegestein, Mergel	1 fach
5. in festem Gestein im Auftrage	$\frac{3}{4}$ fach
6. in festem Gestein im Abtrage	$\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{8}$ fach

zu nehmen.

Dabei bemerken wir (zu 2 und 3), dass bei thon- und lehmartigem Boden die Böschungen höchst selten sich steiler als $1\frac{1}{2}$ fach halten, häufig aber eine flachere, $1\frac{3}{4}$ bis 2fache Neigung erfordern und dass auch die sub pos. 5 für Aufträge in festem Gestein angegebene Böschung zu steil sein dürfte.

Mitunter ändert man bei gleichen Bodenarten das Böschungsverhältniss nach der Tiefe der Einschnitte oder Höhe der Dämme. So hat man auf einigen französischen und belgischen Eisenbahnen (z. B. auf der Linie Hainaut et Flandres in Belgien) bei einem Höhenunterschiede zwischen Planum und Terrain von

1 Meter bis 4 Meter die Böschungen	1 fach
4 - - 8 - - -	$1\frac{1}{4}$ fach
8 - und darüber - -	$1\frac{1}{2}$ fach

genommen.

Auf anderen Bahnen hat man als Princip hingestellt, die Einschnitte 1 fach und die Dämme $1\frac{1}{2}$ fach zu böschen.

»Auf der Lübeck-Hamburger Bahn ist die Erfahrung gemacht, dass bei Dammschüttungen von schwerem, theils braunem, theils grauem Thon, der hier, vielfach mit Kreidestücken durchsetzt, in den tieferen Einschnitten vorkommt, sich die $1\frac{1}{2}$ fachen Böschungen nur bis zur Höhe von 15 bis 20 Fuss (etwa $4\frac{1}{2}$ bis 6^m) ausreichend ergeben haben. Bei grösseren Höhen haben überall mehr oder minder starke seitliche Verdrückungen und Abrutschungen stattgefunden, so dass (abgesehen von den seitlichen Abtreibungen der Dämme, die aus sehr mergelhaltigem Thonboden geschüttet waren) überhaupt bei grösseren Dämmen aus schwerem Thonboden flache Dossirungen durchaus gerathen erscheinen.«[5])

Nach diesen Erfahrungen, die mit den auf anderen Eisenbahnen gemachten

[3]) Vergleiche dessen »Anleitung zum Erdbau«.

[4]) d. h. das Verhältniss der Basis zur Höhe ist wie 2 : 1.

[5]) Nach Mittheilung des Herrn Baudirector Benda.

übereinstimmen, wird es sich unter Umständen empfehlen, hohe Dämme in dem unteren Theile flacher zu böschen als in dem oberen.

Bei vielen deutschen Eisenbahnen gilt als Regel, die Böschungen der Dämme und Einschnitte $1^1/_2$fach zu nehmen; flachere Böschungen, wie sie in Einschnitten bei Ueberschreitung von Flussthälern, auf unsicherem Grunde u. s. w. erforderlich werden, oder steilere, wie sie wegen der felsigen oder sonstigen Beschaffenheit des Bodens zulässig sein können, werden als Ausnahmen betrachtet.

Dammböschungen, welche nicht durch Steinpackungen oder Trockenmauern befestigt werden, pflegen nur in seltenen Fällen, selbst nicht bei Fels und Gestein, auf die Dauer sich steiler als 1 bis $1^1/_4$fach zu halten.

Bei leichtem Lehm- und Sandboden, sowie bei den meisten Thonarten wird man die Dammböschungen, wenn sie nur mit Rasen oder Muttererde bekleidet werden, zweckmässig nicht steiler als $1^1/_2$fach machen.

Ueberhaupt kann nur davor gewarnt werden, in zweifelhaften Fällen mit verhältnissmässig steilen Böschungen zu experimentiren. Die dadurch erzielten Ersparnisse bei der ersten Anlage werden gewöhnlich bei den späteren Reparaturen, zu welchen solche Böschungen Veranlassung geben, mehr als eingebüsst.

Zum Schutz der Böschungen werden häufig Bankette (Bermen) angelegt, welche aus horizontalen oder schwach geneigten Absätzen bestehen, die in gewissen Höhenabständen die Böschungen unterbrechen. Sie sollen, besonders in Einschnitten, die Regelmässigkeit der Entwässerungen befördern, das Einreissen tiefer Wasserfurchen verhindern, den Befestigungs-Ueberzug stützen und die Böschungen zum Zweck ihrer wirthschaftlichen Benutzung ohne Beschädigung derselben zugänglich machen. Sie werden gewöhnlich in Verticalabständen von 2 bis 3 Meter und in Breiten von $0^m,5$ bis $0^m,7$ angeordnet, je nach Umständen auch in grösseren Abständen und Breiten.

Die Ansichten der Ingenieure über die Zweckmässigkeit dieser Bankette sind sehr getheilt. Während sie früher fast regelmässig angeordnet wurden, namentlich in Deutschland und Frankreich, haben neuere Erfahrungen sie oft als nutzlos, sogar schädlich erscheinen lassen und viele Eisenbahn-Verwaltungen wenden sie deshalb bei ihren Bauten nicht mehr an. In England sind sie überhaupt selten zur Ausführung gekommen.

Es muss zugestanden werden, dass die Bankette für die wirthschaftliche Benutzung der Böschungen vortheilhaft sind. Entscheidend aber für ihren Nutzen ist der Schutz, welchen sie gewähren, ist ihr Verhalten gegen die Einwirkungen des Wassers. Indem sie die Abdachung der Erdkörper unterbrechen, mässigen sie die Geschwindigkeit des die Böschungen hinabfliessenden Tagewassers, sie halten das Wasser in seinem Laufe auf. Werden sie nun, wie es gewöhnlich geschieht, in ihrer Längenrichtung parallel zur Bahnkrone angelegt, so ist ihr Gefälle fast nie ausreichend, um das Wasser schnell genug abzuführen. Dasselbe dringt in den Boden ein, erweicht ihn und giebt nach längerer oder kürzerer Zeit leicht Veranlassung zu Abrutschungen. Soll dieser Erscheinung vorgebeugt werden, so ist zunächst ein starkes Längengefälle der Bankette, etwa von $0^m,02$ ($= 1/_{50}$) erforderlich, sodann eine wirksame Befestigung durch Pflasterung, Rasenbekleidung und dergl., und endlich eine häufige Unterbrechung der so gebildeten Wasserrinnen durch Mulden, welche in der Richtung der Böschungslinie angelegt, das Wasser von den Banketten aufnehmen und dem unteren Graben zuführen. Solche Arbeiten veranlassen aber nicht unbedeutende Kosten bei der ersten Anlage sowohl, wie bei der späteren Unterhaltung und ihr Erfolg ist bei Bodenarten, in welchen leicht Rutschungen entstehen,

doch zweifelhaft. Im Allgemeinen wird eine sorgfältige Drainirung der Böschungen mittelst Sickercanälen und Drainröhren (vergl. § 3) wirksamer und weniger kostspielig sein.

Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass bei Fortlassung der Bankette die Böschungen flacher gemacht werden können, ohne dass eine grössere Erdmasse bewegt zu werden braucht. Bei $1^1/_2$facher Böschung und $0^m,5$ breiten Banketten in $2^m,0$ Verticalabstand zeigt der Erdkörper z. B. ein eben so grosses Profil, wie bei einer $1^3/_4$fachen Böschung ohne Bankette.

Im Obigen ist als eine wesentliche Bedingung für den Nutzen der Bankette die sichere Befestigung derselben aufgestellt, damit das Wasser nicht in den Boden eindringe. Bei Abträgen, wo die Bankette in den gewachsenen Boden eingeschnitten werden, ist damit in den meisten Fällen wenigstens ein festes Bett für die Befestigungsmittel vorhanden; bei Dämmen dagegen, wo man es mit einem aufgeschütteten lockeren Boden zu thun hat, der in Folge des Setzens der Dämme noch manchen Bewegungen unterworfen ist, wird die Ausführung und Unterhaltung meist schwierig. Wenn demnach die Zweckmässigkeit der Bankette als Schutzmittel für die Böschungen überhaupt zweifelhaft ist, so werden sie am wenigsten bei Dämmen zu empfehlen sein.

§ 3. Bahn-Einschnitte. Befestigung der Böschungen. Gräben oberhalb der Einschnitte. Wasserrinnen. Brunnen. Drainirung. Einschnittsgräben. — Die Gefahren, welchen der als Einschnitt gebildete Bahnkörper ausgesetzt ist, rühren einmal daher, dass durch Entfernung des Abtragbodens das nächst liegende Terrain, wenn es zu seitlichen Bewegungen geneigt ist, seinen natürlichen Stützpunkt, sein Widerlager verliert und zweitens von der Wirkung des Einschnittskörpers als Entwässerungsgraben. Die Störung des Gleichgewichts in dem durchschnittenen Terrain ist die Veranlassung zu den eigentlichen Einschnittsrutschungen, der Abzug des Wassers aus dem anliegenden Terrain nach der tiefer gelegenen Einschnittssohle die Veranlassung zu der mehr oder weniger ausgedehnten Ablösung des durchweichten Bodens von den Böschungen. Beide Ursachen, Gleichgewichtsstörung und Wasserandrang, treten häufig zusammen auf und erfordern dann eine Combination der gegen jede dieser Ursachen gerichteten Vorsichtsmaassregeln.

Die Mittel, den Gleichgewichtsstörungen vorzubeugen oder sie zu beseitigen, bestehen entweder in der Entfernung des Bodens, welcher durch die Bildung des Einschnitts sein Widerlager verloren hat (Entlastung der Rutschfläche), oder in dem Ersatz des verlornen natürlichen Widerlagers durch künstliche, als Stützmauern, Bohlwerke, Pfähle, Strebepfeiler und Bögen. In Verbindung hiermit sind dann meistens noch diejenigen Mittel anzuwenden, welche gegen die schädliche Wirkung des Wassers gerichtet sind. Dazu gehören: Fernhaltung des Tagewassers von den Einschnittsböschungen, sodann Ansammeln des in den tieferen Schichten vorkommenden Wassers und Ableiten desselben auf vorgeschriebenen Wegen in einer die Böschungen nicht gefährdenden Weise.

Die grösseren Einschnittsrutschungen gehören bekanntlich zu den gefährlichsten Erscheinungen beim Erdbau, die fast in jedem Falle eine eigenthümliche Anwendung der allgemein angedeuteten Maassregeln erheischen. Wir werden später darauf zurückkommen (§ 4) und zunächst die nach bestimmteren Regeln auszuführenden Arbeiten zum Schutz und zur Befestigung der Einschnittsböschungen behandeln.

Dieselben sind zunächst abhängig von der Natur des durchschnittenen Terrains.

a. Böschungen in Fels bedürfen in der Regel eines besonderen Schutzes nicht. Kommen einzelne Schichten vor, welche das Eindringen des Tagewassers gestatten und dadurch Abrutschungen und Frostschäden veranlassen können, oder die unter dem Einfluss der Atmosphäre verwittern, so ist eine Bekleidung anzurathen.

Bei zweifelhaftem Boden und namentlich bei einer muldenartigen Bildung der angeschnittenen weicheren Schichten ist es zu empfehlen, den Böschungen von vorn herein eine so flache Neigung zu geben, wie sie ganz losem Material dieser Gattung zukommt.

Höhlen und Klüfte, welche häufig in festem Gestein, besonders Kalkstein, vorkommen und, wenn sie bei der Herstellung von Einschnitten geöffnet werden, leicht Einbrüche veranlassen können, werden zweckmässig mit Mauerwerk schnell gefüllt oder bei grösserem Umfange wenigstens nach aussen geschlossen, um den darüber liegenden Schichten ein sicheres Auflager zu geben. Aehnlich verfährt man, wenn zwischen den festen Steinlagern einzelne weiche nachgiebige Schichten sich finden, die, durch den Einschnitt blosgelegt, in Gefahr kommen, zusammen- oder herausgedrückt zu werden. In solchem Falle ersetzt man die weiche Schicht an der Böschung durch Mauerwerk, indem man zuerst einzelne Pfeiler herstellt, nachher den weicheren Boden zwischen diesen entfernt und den Raum mit Mauerwerk wieder ausfüllt (vergl. Tafel III, Fig. 5). Bei allen solchen Arbeiten darf nicht versäumt werden, dem Filtrationswasser genügende Auswege zu verschaffen durch Oeffnungen, welche in der Mauer ausgespart werden, durch eingelegte Drains oder auf andere Weise.

b. Kies und reiner Sand werden durch Wasser weder aufgelöst, noch in ihrer Form verändert und die in solchen Boden gebildeten Einschnittsböschungen sind daher der Gefahr der Abrutschungen nicht ausgesetzt. — Sind aber die einzelnen Theilchen dieser Bodenarten so fein, dass sie vom Winde oder Tagewasser bewegt werden können, was namentlich beim Sande der Fall, so ist hiergegen ein Schutz der Böschungen erforderlich, welcher am einfachsten durch Bekleidung mit fruchtbarer Erde, Besamung und dadurch Bildung einer Grasnarbe erreicht wird. Der Bekleidungsboden pflegt auf solchen Böschungen ohne besondere Vorrichtungen zu haften.

Es wird häufig schon bei Einschnitten der bezeichneten Art von Nutzen sein, an dem oberen Rande des Einschnittes (an der Bergseite) einen Entwässerungsgraben mit genügendem Profil und Gefälle anzulegen (vergl. Tafel III, Fig. 1—3), welcher

Fig. 4.



Fig. 5.

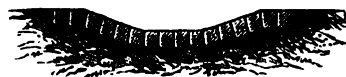


Fig. 6.

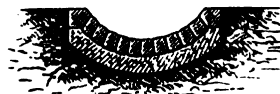
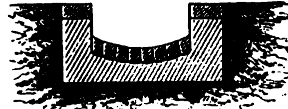


Fig. 7.



alles von dem höher liegenden Terrain herunterfliessende Wasser abfängt. Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, so führt man das Wasser dem Einschnitt entlang und ausserhalb desselben fort. Ist auf diese Weise das nöthige Grabengefälle, welches

womöglich nicht schwächer als 0,01 ($^1/_{100}$), unter günstigen Umständen wohl $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$ genommen wird, nicht zu gewinnen, so leitet man das Wasser an einzelnen, gewöhnlich durch die Oertlichkeit bedingten Stellen, in die Einschnittsgräben mittelst Abfallrinnen, die, je nach der Bedeutung des Wasserzuflusses und nach anderen Umständen, aus Rasen, Hohlziegeln, Steinpflaster, Mauerwerk oder Holz hergestellt werden (vergl. Holzschnitte Fig. 4—7).

Bei sehr durchlässigem Terrain kann eine Dichtung der Grabensohle nöthig werden, um das Durchsickern des Wassers zu verhüten; sowie bei starkem Längengefälle (namentlich in Gebirgsgegenden) eine Befestigung der Sohle und der Wände durch Pflasterung zum Schutz gegen das Auswaschen.

Wichtig ist es noch, dass der Graben in ausreichender Entfernung von der Oberkante der Einschnittsböschung ausgehoben wird, weil sonst das Wasser sich durch die schmale Wand, welche den Graben von der Böschung trennt, leicht einen Weg nach dem Einschnitt suchen und Abrutschungen veranlassen kann.

Man hat auch mit gutem Erfolg versucht, unter der Sohle dieses Grabens Drainröhren parallel der Dossirung anzulegen, welche das durchsickernde Wasser abführen und verhindern soll, an die Böschungen zu gelangen.

c. In dritter Reihe betrachten wir solche gleichartige fette Bodenarten, welche im natürlichen Zustande vom Wasser nicht durchdrungen und von demselben nur an der Oberfläche langsam aufgelöst werden. Dahin gehören vor allem reiner Thon und einzelne Lehm- und Lettenarten.

Unter der Einwirkung des Windes und der Sonne trocknen diese Bodenarten an der Oberfläche aus und bersten; die so gebildeten Risse lassen das Tagewasser in die Oberfläche eindringen und den Boden allmählich auflösen. Dieses und die Wirkung des Frostes verändern die Consistenz der oberen Schichten und können zu leichten Ablösungen des Bodens führen.

Die dagegen anzuwendenden Vorsichtsmaassregeln bestehen in der Bekleidung der Böschungen zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung und in der Fernhaltung des Tagewassers von den Böschungen.

Der letztere Zweck wird am einfachsten und sichersten durch Herstellung eines Entwässerungsgrabens oberhalb des Einschnittes erreicht (wie sub b).

Die Bekleidung der Böschungen geschieht hier gewöhnlich durch Aufbringung einer etwa $0^m,15$ bis $0^m,25$ starken Schicht fruchtbarer Erde oder mit Rasen, wenn solche zur Verfügung stehen.

Da die Oberflächen der Thonböschungen fast immer feucht sind und bei ihrer festen Glätte am schwersten eine Verbindung mit dem lockeren Mutterboden eingehen, so rutscht dieser leicht ab. Wo dies zu erwarten steht, empfiehlt es sich, kleine Terrassen in den Thonboden einzuschneiden, gegen die der Mutterboden sich stützt und dieselben der Länge nach geneigt (etwa $^1/_{10}$) anzulegen, damit während der Ausführung der Arbeit und auch später das Wasser den Abfallrinnen oder direct dem Einschnittsgraben zugeführt wird (Fig. 8).

Fig. 8.



Auch pflegt man wohl Rasen in einzelnen schrägen Streifen gitterartig auf den Böschungen mit Pflöcken zu befestigen und die Felder dazwischen mit Mutterboden auszufüllen.

Bei allen diesen Arbeiten kommt es auf eine rasche Ausführung an, um die Oberfläche des gewachsenen Bodens gegen die schädlichen Wirkungen des Wetters zu schützen.

d. Am häufigsten und gefährlichsten werden die Beschädigungen der Einschnittsböschungen in solchem ungleichartigen Boden, welcher mit durchlässigen Schichten durchzogen ist, oder der aus einem Gemisch von Sand und fetten, leicht auflösbaren Substanzen besteht. — Dahin gehören namentlich die Lehm- und Lettenarten Reiner Lehm ist in geschlossenem Zustande wasserdicht und quellenfrei, mit Wasser in Berührung gebracht, löst er sich leicht auf und zerfliesst. Ist daher der Lehm mit Sandadern durchsetzt, welche Wasser führen, so ist die grösste Sorgfalt erforderlich, um die Wasserfäden aufzufinden, zu fassen und unschädlich nach der Aussenfläche zu leiten. Oft hat das Auffinden seine grosse Schwierigkeit, weil entweder das Wasser nur zeitweise zu Tage tritt oder weil das Wasserquantum zu gering ist, um bemerkt zu werden.

Concentrirt sich das Wasser auf einzelne Quellen, so bedarf es gewöhnlich nur der Anlage von schmalen Einschnitten in den wasserführenden Böschungen bis unter das Quellenlager hinab, und einer Ausfüllung desselben mit trockenen Steinen, um ihre nachhaltige Wirksamkeit zu sichern.

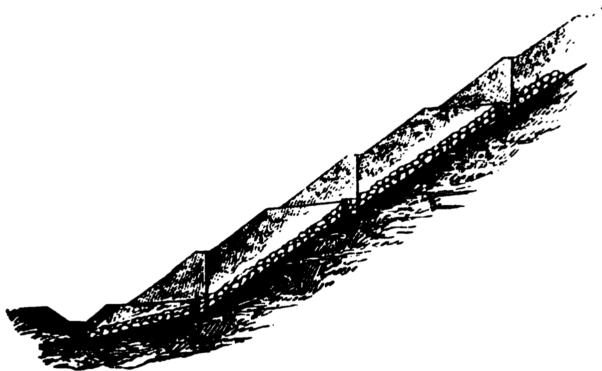
Findet sich über einem festen Thon- oder Lehmlager eine wasserführende Schicht, so empfiehlt es sich, dem Einschnitte entlang eine Rigole herzustellen, die mit ihrer Sohle in den festen Boden hineinreicht, mit trockenen Steinen oder grobem Kies ausgefüllt und oben mit Rasen oder flachen Steinen abgedeckt wird (Fig. 9). Damit solche Rigole das Wasser schnell und sicher abführe, ist ein genügendes Längengefälle (etwa $^1/_{100}$) und je nach Umständen eine Befestigung der Sohle (am besten durch Pflasterung), oder die Anwendung von Drains erforderlich. Ihre Dimensionen richten sich nach der Bedeutung des Wasserzuflusses; meistens wird eine untere Breite von $0^m,25$ bis $0^m,30$ ausreichen.

Fig. 9.



An den durch die Oertlichkeit bedingten tiefen Punkten, nach welchen die Rigole Gefälle hat, werden Querdrains mit starkem (etwa $^1/_{20}$) Seitengefälle nach dem Einschnitt hin gelegt, welche das Wasser den Abfallrinnen an den Böschungen zuführen.

Fig. 10.



Die Abfallrinnen werden mitunter auch als bedeckte Sickercanäle einige Fuss unter der Oberfläche mit einem Querschnitt, wie für die Rigole angegeben, hergestellt.

Finden sich weder markirte Quellen, noch wasserführende Schichten von geringer Höhe, sondern schwitzt das Wasser in feinen Fäden durch den Boden, so ist

häufig ein System von Sammelcanälen, wie zuletzt beschrieben, mit aus trockenen Steinen gebildeten Quercanälen ein geeignetes Schutzmittel (Fig. 10).

Die Längenrigolen, welche in verschiedenen Höhen und möglichst tief hinter der Aussenfläche der Böschungen anzulegen sind, können dann schon während der Ausführung des Abtrages zur unschädlichen Ableitung des Wassers dienen. Anstatt der Rigolen kann man unter Umständen auch Drainröhren anwenden, wovon später.

Oft aber ist der Wasserandrang, namentlich am Fusse ausgedehnter Höhen, zu gross, als dass er durch die beschriebenen Mittel überwältigt werden könnte. Um dann zu vermeiden, dass der Boden durchweicht, mit fortgeführt und in weiter Ausdehnung bewegt werde, bleibt selten etwas Anderes übrig, als den ganzen Fuss der Böschung bis zu einer durch die Verhältnisse bestimmten Höhe mit losen Steinen auszupacken, eine massive Steinböschung anzulegen (Fig. 15, Tafel III), die durch ihr Gewicht dem leicht beweglichen Boden als Widerlager dient und dem Wasser einen ungehinderten Durchgang gestattet.

In Ermangelung von Steinen und um Kosten zu ersparen, werden auch wohl Faschinen angewendet, die aber wegen ihres geringen Gewichtes und wegen ihrer Vergänglichkeit wenig zu empfehlen sind.

In ähnlichen Fällen, wie den vorstehend erwähnten, hat man mit gutem Erfolg mitunter Brunnen gesenkt, die das Wasser aus dem umliegenden Boden ansammeln und den Abzugscanälen zuführen. Solche Brunnen sind beispielsweise an der Lübeck-Büchener Bahn $^1/_2$ Stein stark, etwa 1^m weit, theils in Trocken-Mauerwerk mit Moosfugen, theils in Cement mit Oeffnungen für das Wasser hergestellt, bis unter die Sohle des Einschnitts geführt und durch ein Drainrohr nach dem Einschnittsgraben entwässert.

Der Erfolg aller dieser Arbeiten hängt wesentlich davon ab, dass sie rechtzeitig und schnell ausgeführt werden, damit das Wasser nicht Zeit gewinne, den Boden zu durchweichen. Es muss sodann für eine sorgfältige Unterhaltung der Anlagen Sorge getragen werden: verstopfen sich die Canäle oder versagen sie aus einem anderen Grunde ihren Dienst, so ist eine schleunige Abhülfe des Fehlers nothwendig; namentlich ist auch während des Frostes sorgsam darauf zu achten, dass die Ausmündungen der Canäle und die Einschnittsgräben nicht zufrieren.

Von der grössten Wichtigkeit aber ist es, das Eindringen der Feuchtigkeit in den Einschnittsboden durch eine schnelle Entwässerung des höher liegenden Terrains in möglichst weiter Umgebung zu verhindern. Je wirksamer dem Wasserandrang vorgebeugt wird, je sorgfältiger man hierin bei der ersten Anlage zu Werke geht, desto leichter wird die künftige Erhaltung des Einschnitts.[6]

Zum Schutz der Böschungsflächen gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und besonders des Regens ist auch hier, wie bei den früher erwähnten Bodenarten, auf die Bildung einer festen Grasnarbe Bedacht zu nehmen. Häufig genügt eine solche Bekleidung nicht, um das Eindringen der äusseren Feuchtigkeit in

---

6) Als Beispiel einer grossartigen Entwässerungs-Anlage geben wir eine auf der Brenner-Bahn ausgeführte und in den Fig. 6—10, Tafel IV dargestellte. Dort ist ein System von theils verticalen, theils gegen den Horizont geneigten Schächten und Stollen hergestellt, die mit durchlässigen Materialien ausgefüllt, das Wasser aus dem oberhalb des Einschnittes liegenden Terrain aufnehmen und einzelnen Durchlässen zuführen, welche rechtwinklig zur Bahnrichtung unter der Bahn durchgetrieben sind. Vergl. auch in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1871: »Die Rutschungen an der Bebra-Hanauer Eisenbahn«.

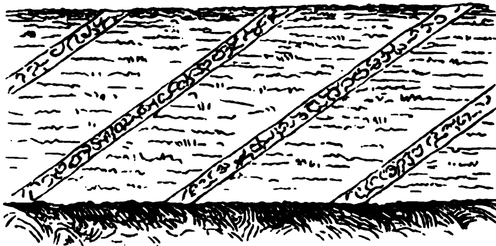
die Böschungen und damit ein Ablösen des Einschnittbodens zu verhindern. Andererseits bedürfen die Einschnittswände oft nur auf geringe Tiefe eines Schutzes gegen das aus dem Innern schwitzende Wasser.

In derartigen Fällen wird eine Drainirung der Böschungen, am besten mittelst Drainröhren oder Sickercanälen, immer zweckmässig sein. Faschinen erfüllen den Zweck in ähnlicher Weise wie Sickercanäle, sind aber vergänglicher und deshalb meist nur da angewandt, wo andere Mittel zu kostspielig wurden.

Auf der Friedrich-Franz-Bahn in Mecklenburg hat man bei den nassen Bahneinschnitten, welche dort häufig vorkommen, gleich bei Ausführung der Erdarbeiten unter die einzelnen Bankette wenigstens 3′ (= $0^{m},94$) tief Drains gelegt, oben anfangend und mit dem Fortschreiten der Abtragung auf das 2te, 3te etc. Bankett übergehend (Fig. 21, Tafel IV). Aus den Längendrains, die ein ausreichendes Gefälle erhalten, wird das Wasser an einzelnen Stellen durch Haupt-Querdrains, rechtwinklig zur Bahnachse, gelegentlich auch durch Steinpackungen in die Bahngräben geleitet.

Häufig werden die Drains schräg gelegt, so dass sie sämmtliche an der Böschung herablaufenden Wassertheile aufnehmen, in Entfernungen, wie sie durch die Beschaffenheit des Bodens und durch den Wasserandrang geboten werden, und entweder bis in den Einschnittsgraben hinabgeführt oder in Abfallrinnen ausmündend.

Fig. 11.



Drainröhren halten das Erdreich auf eine grössere Tiefe trocken, als in die Böschungsoberfläche eingelegte Sickercanäle (s. Fig. 11), die man etwa $0^{m},3$ bis $0^{m},5$ tief macht und mit trockenen Steinen oder grobem Kies ausfüllt, während letztere besser gegen die Einwirkungen des Regens schützen, und zumal bei beweglichem Boden sich weniger leicht verstopfen.

Werden diese Canäle sattel- oder bogenartig und mit genügendem Querschnitt angelegt (Fig. 12 und 13), um sie wie trockenes Mauerwerk sorgfältig mit Steinen auspacken zu können, so stützen sie den über ihnen liegenden Boden und finden ihre

Fig. 12.

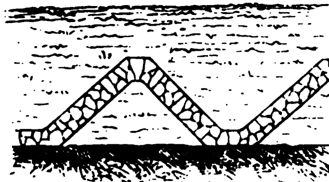
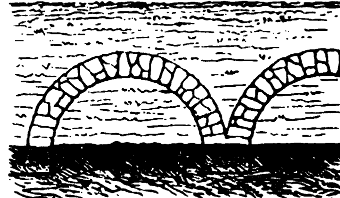


Fig. 13.



Bedeutung bei verhältnissmässig steil angelegten Böschungen und bei anscheinend festem Boden, der, wie sandiges Gestein, Gerölle. Mergel und dergleichen, unter atmosphärischen Einflüssen seine Consistenz verändert oder auch in Folge von Erschütterungen, wie sie durch die Eisenbahnzüge veranlasst werden, sich löst.

Die Wahl der zur äussern Befestigung und Bekleidung der Böschungen anzuwendenden Mittel hängt natürlich von den zur Verfügung stehenden Materialien ab. In Gebirgsgegenden ist Mutterboden oft schwer zu beschaffen und gutes Steinmaterial ausreichend vorhanden. Dort wird demnach eine Besetzung der Böschungen mit

Steinen das durch die Verhältnisse angezeigte Schutzmittel sein. — Abpflasterungen der Böschungen werden gewöhnlich in Stärken von 0m,25 bis 0m,50 hergestellt, wenn thunlich in regelmässigen Schichten, die Steine in ein trockenes Bett und in Verband gesetzt, dabei die Fugen mit kleinen Steinen, Moos oder dergleichen ausgefüllt.

Eines besonderen Schutzes bedarf in vielen wasserführenden Einschnitten der Fuss der Böschungen, indem er dem Angriff des Wassers im Einschnittsgraben ausgesetzt ist.

Ist dieser Wasserangriff nicht bedeutend, so genügt gewöhnlich eine Abpflasterung des Grabens (vergl. Tafel III, Fig. 1), mitunter auch eine Einfassung der Grabenwand durch Faschinen und Buschwerk. Führt der Einschnitt bedeutendere Wassermassen, so ist eine sorgfältigere Befestigung erforderlich, nach Art der Steinböschungen (Fig. 6, Tafel III) oder durch Einfassung des Grabens mit Mauerwerk (Fig. 4, 7 und 8, Tafel III), entweder trocken oder in Mörtel hergestellt, wobei zu beachten, dass für eine ungehinderte Ausmündung der Abfallrinnen, Canäle und Drains in den Einschnittsgraben gesorgt werde. Ist gutes Steinmaterial reichlich vorhanden, so werden Trockenmauern gewöhnlich am geeignetsten sein, sonst Mauern in Mörtel, bei denen geringere Dimensionen genügen. Wie die Dimensionen zu wählen, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab und gehört zu speciell in die Lehre von den Futtermauern als dass hier weiter darauf eingegangen werden könnte.

In vielen Fällen wird die Einfassung des Einschnittgrabens mit einer Mauer am Fusse der Böschungen auch deshalb vortheilhaft, weil dadurch das Profil des Einschnittes kleiner und mithin an Abtragsmasse gespart wird (vergl. § 1).

Als Minimalgefälle der Einschnittsgräben wird man, sofern nicht auf Herstellung einer festen und glatten Sohle durch künstliche Mittel, namentlich gutes Pflaster oder Mauerwerk, hingearbeitet wird, zu 0,002 bis 0,0016 ($^1/_{500}$ — $^1/_{600}$) annehmen können. Aber schon bei einem solchen Gefälle wird ein häufiges Reinigen, ein Entfernen der Verschlammungen und der sich bildenden Vegetation nothwendig, auch muss dann vermieden werden, die Gräben mit Rasen oder Muttererde zu bekleiden, die den Wasserlauf hemmen. Vortheilhaft kann unter Umständen eine Thonausfütterung sein, besser jedoch ist eine Auspflasterung der Gräben.

Hat die Einschnittssohle ein geringeres Gefälle als für die Seitengräben erforderlich erachtet wird, so werden diese in der Richtung des Gefälles vertieft Unter Beibehaltung der normalen Grabenböschungen verlangt der Einschnitt dann eine der grösseren Grabentiefe entsprechende Verbreiterung. Wird diese zu kostspielig, so kann man die Gräben, um an Einschnittsbreite zu sparen, wie schon bemerkt, mit Mauern einfassen oder unter der Sohle des offenen Grabens eine Drainleitung (Fig. 23, Tafel IV) oder einen besonderen Canal mit stärkerem Gefälle anlegen (Fig. 24, Tafel IV). Letztere beiden Mittel sind bei wasserreichen Einschnitten zur sicheren Abführung des Filtrationswassers besonders geeignet.

Die Einschnittsgräben dienen ausser zur Aufnahme des aus den Einschnittswänden tretenden Wassers hauptsächlich auch zur Entwässerung des Planums. Um diesen Zweck zu erreichen und um ein Auffrieren der Einschnittssohlen zu verhindern, empfiehlt es sich als geringste Tiefe der Gräben unter dem Planum 0m,75 anzunehmen.

Die geringste Sohlenbreite, welche man den Gräben zu geben pflegt, ist 0m,3.

§ 4. Einschnitts-Rutschungen. — Wie bereits in § 3 bemerkt, setzt jede Rutschung eine Störung des Gleichgewichts zwischen den beweglichen und widerstehenden Bodenmassen voraus und diese kann bei Einschnitten entstehen, wenn

Bodenschichten durchschnitten werden, die eine geneigte Lage gegen den Horizont haben und eine zu geringe Reibung zwischen einander, um ohne Widerlager, ohne Stützung sich zu halten.

Dabei können die Ursachen der Bewegung im Einzelnen sehr verschieden sein und es sind die sorgfältigsten Bodenuntersuchungen erforderlich, um nach Maassgabe der Verhältnisse und unter Berücksichtigung der unter ähnlichen Umständen mit Erfolg angewendeten Mittel die richtigen Vorkehrungen treffen zu können, den Bodenbewegungen vorzubeugen oder, wo sie entstanden, entgegen zu wirken.

Häufig lässt die Oberfläche des Terrains erkennen, dass schon im natürlichen Zustande Rutschungen stattgefunden haben. Wo die Ablösung von dem festen Boden erfolgt ist, zeigt sich dann gewöhnlich eine steile Böschung, der bewegte Boden ist in den oberen Partien flach geböscht und in den unteren, wo er zusammen geschoben ist, bis er ein nothdürftiges Widerlager gefunden, hat er eine convexe Aussenlinie.

Solche Stellen sind, wenn nicht zu umgehen, mit besonderer Sorgfalt zu behandeln, indem es oft nur eines geringfügigen Umstandes bedarf, um sie wieder in Bewegung zu setzen.

Muldenförmige Terrainbildungen im Gebirgs- oder Hügellande erfordern ebenfalls grosse Vorsicht.

Ist durch Untersuchungen die Lage der weichen Schichten, deren Oberflächen, durch Wasser schlüpfrig geworden, die Rutschflächen bilden, bestimmt, so fragt es sich, welche Lage der Einschnitt zu derselben einnimmt. Liegt die Einschnittssohle bedeutend höher als die Rutschfläche, so ist, weil die zunächst darüber liegenden Schichten noch unter der Sohle des Einschnittes ihren Stützpunkt finden, die Gefahr einer Bewegung nicht gross. — Streicht die Rutschfläche in nur geringer Tiefe unter der Einschnittssohle durch, so erfolgt leicht ein Heben der letzteren durch Aufstauung, weil mit Wegnahme des Abtragbodens der Gegendruck gegen die beweglichen Schichten aufgehoben ist.

Werden aber die Rutschflächen durchschnitten, so ist eine Abrutschung des darunter liegenden Bodens fast immer zu befürchten und um so mehr, je steiler die Neigung der Schichten ist.

Bei der Verschiedenheit der Behandlung solcher Fälle wird man in der Regel leichter zum Ziele gelangen, wenn man auf eine Beseitigung der Ursachen des Uebels hinarbeitet, als wenn man ihren Wirkungen durch Vermehrung der Bewegungswiderstände Schranken zu setzen versucht. Abgesehen nun von einer sorgfältigen Entwässerung des umliegenden Terrains, worüber in dem vorigen Paragraph ausführlich verhandelt, ist eine Verminderung des Bewegungsmomentes am sichersten durch die Entlastung der Rutschflächen zu erreichen. In welchem Maasse dieselben vorzunehmen, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab, namentlich von der Neigung der Rutschflächen, dem Grade ihrer Schlüpfrigkeit und von der Masse des auf ihnen ruhenden Bodens. Nur selten wird eine vollständige Entlastung ausführbar sein, obwohl dieselbe bei steiler Lage der Schichten und bei beschränkter Ausdehnung der beweglichen Bodenmassen zu empfehlen. In den meisten Fällen kann sie nur theilweise geschehen und wird einer richtigen Entscheidung stets die sorgfältigste Berücksichtigung der einschlagenden Verhältnisse und der in ähnlichen Fällen gemachten Erfahrungen vorangehen müssen.[7]

---

[7]) Als Beispiel einer im grossen Maassstabe beim Bau der Westphälischen Eisenbahn aus-

Die Mittel, welche man zur Vermehrung des durch den Einschnitt verlorenen Bewegungswiderstandes anwendet, sind Futtermauern, Steinpackungen, Erdpackungen, Pfähle.

Futtermauern sind wegen ihres verhältnissmässig geringen Gewichtes in ihrer gewöhnlichen Form und Ausbildung selten geeignet, einer eintretenden Bewegung des hinterliegenden Bodens Widerstand zu leisten. Mitunter hat man sie aber nur als Mittel benutzt, um den Bodendruck auf festere Stützpunkte zu übertragen und können sie dann vortheilhaft sein. So hat man sie wohl zu beiden Seiten des Einschnitts hergestellt und am Fuss durch Sohlengewölbe verbunden, damit also den Seitendruck des beweglichen Bodens auf die gegenüberliegende Einschnittswand übertragen.[8]) Oder man hat sie auch oben durch Gewölbe verbunden und dadurch einen überwölbten Einschnitt gebildet. Steinpackungen sind bei ausreichend zu Gebote stehendem Steinmaterial, wenn sie ohne erheblichen Kostenaufwand in grossen Dimensionen ausgeführt werden können, oft zweckmässig, um das durch den Abtragsboden verlorene Widerlager zu ersetzen.

Es ist aber zu beachten, dass dieselben, wie auch die Futtermauern, in ein-

geführten Entlastung eines Felsenabhanges führt Henz in seinem Erdbau einen Einschnitt an (vergl. Tafel IV, Fig. 1), welcher drei wasserführende Rutschflächen durchschneidet, die ihren Ursprung unter einer mächtigen, aber zerklüfteten Sandsteinlagerung nehmen. »Das durch diese Schichten sickernde Tagewasser gelangte an verschiedenen Punkten auf diese drei über einander liegende Thonschichten und nimmt auf deren Oberfläche bis zur Thalsohle ab, wo es in Quellenform zu Tage tritt. Schon beim Beginn der Aushebung des projectirten Einschnittes *a b c d* setzte sich die Wand *a b* in Bewegung und es folgten die auf den oberen Rutschflächen liegenden Bodenschichten, so dass der vordere Theil der Steinlage seine Stützung verlor und nachstürzte. Die Arbeiten zur Aufräumung des verschütteten Einschnittes blieben erfolglos, da beim Tiefergehen immer neue Bodenmassen in Bewegung kamen und die in der Bodenoberfläche sich bildenden Risse immer grösser wurden und sich landeinwärts erstreckten. Um weiter arbeiten zu können, blieb daher nur übrig, den Abhang in solcher Weise zu entlasten, dass jede der drei Rutschflächen angeschnitten und damit Terrassenabsätze *e f*, *g h*, *i k* und *l b* gebildet wurden. Das Wasser der einzelnen Rutschflächen ist in die Längencanäle *f*, *h* und *k*, welche in den Ecken der horizontalen Absätze in den Thonschichten eingeschnitten sind, gesammelt und an geeigneten Stellen abgeführt. Diese Absätze sind demnächst muldenförmig abgepflastert worden, um auch das Tagewasser, welches auf dieselben fällt, nach den Canälen zu leiten und das Eindringen desselben in den Boden zu verhindern, während die Böschungen der Wände so steil gehalten sind, als das Material es gestattete. Der Einschnitt ist dadurch vollständig gesichert worden, wenngleich mit bedeutendem Arbeitsaufwande, welcher wahrscheinlich bedeutend geringer gewesen wäre, wenn schon gleich beim Beginn der Arbeit eine angemessene Entlastung der Rutschfläche vorgenommen worden wäre.

»Auch in dem oben bezeichneten Falle wurde wieder von Neuem bestätigt, dass es ganz zwecklos und nur zeit- und kostenraubend ist, eine Einschnittsrutschung an ihrem Fusse anzugreifen. Mit einiger Aussicht auf Erfolg lassen sich dieselben nur bekämpfen, wenn der in Bewegung gekommene Abhang so weit zurück, als sich Risse zeigen, entlastet und damit terrassenförmig von oben nach unten fortgeschritten wird, bis zur Sohle des Einschnittes. Durch Abfangung und Ableitung der Quellen in hochgelegenen Punkten wird aber die Sicherheit der Wand nachhaltig gefördert.«

8) Ein Beispiel hierzu bietet der Einschnitt bei Blisworth auf der London- und Birmingham-Bahn (vergl. Brees, Railway Practice I). Derselbe trifft eine 7 bis 8^m mächtige Kalksteinschicht, darunter eine wasserführende Thonschicht. Um zu verhindern, dass letztere unter dem Gewicht des Felsens und der oben liegenden Erdmassen herausgedrückt werde und die oberen Schichten zum Rutschen bringe, sind beide Einschnittswände mit etwa 6^m hohen Bruchsteinmauern, bis unter den Fuss des Felsen reichend, eingefasst und diese durch Strebepfeiler in etwa 6^m Entfernung verstärkt, letztere aber durch Sohlengewölbe gegenseitig abgestützt. Zur Ableitung des Wassers dienen hinter den Futtermauern Sammeldrains mit Abzugscanälen durch die Mauer (siehe Tafel IV, Fig. 4 und 5).

zelnen Abtheilungen aufgebaut werden, damit der bewegliche Boden nicht auf grössere Längen aufgeschlitzt werde.

Ist die Cohäsion der über den Rutschflächen lagernden Bodenschichten genügend gross, so wird es sich oft empfehlen, einzelne Stützpunkte zu bilden, welche nicht blos die dahinter liegende Masse, sondern auch die zwischen ihnen befindliche halten.

Je nach dem Grade der Cohäsion der Masse wird man die Entfernung zwischen diesen Widerstandskörpern wählen und letztere aus Mauerwerk nach Art der Strebepfeiler oder aus trockenen Steinen oder als Erdkörper, nachdem das Lager dazu sorgfältig drainirt und vorbereitet, bilden können.[9] Zu solchen Erdkörpern ist gutes Material erforderlich, welches aber gewöhnlich an der Verbrauchsstelle selbst zu gewinnen ist, indem man nur die durchweichten Theile des rutschenden Bodens entfernt und das trocknere Material desselben zur Bildung der Widerlager benutzt, es gehörig durcharbeitet, lagenweise aufbringt und stampft. Natürlich wird man mitunter auch, anstatt der Herstellung einzelner Erdkörper, in dieser Weise ein zusammenhängendes Widerlager bilden, dabei aber stets auf eine sorgfältige Drainirung des Lagers Bedacht nehmen.

Die Befestigung der auf den Rutschflächen lagernden Schichten durch Pfähle, welche bis in den festen Boden getrieben werden, ist in einzelnen Fällen versucht, dürfte aber nur selten von Erfolg sein.

§ 5. Bahndämme. Vorbereitung des Bahnterrains. Dämme auf nachgiebigem Boden. — Bei der Herstellung des Bahnkörpers als Auftrag und bei der Wahl der gegen spätere Unfälle zu treffenden Sicherheitsmaassregeln kommen hauptsächlich folgende Punkte in Betracht:

erstens, die Form und Beschaffenheit des Terrains, welches die Aufschüttung tragen soll;

zweitens, die Aufschüttung selbst und zwar hinsichtlich des Materiales und der Art der Herstellung (§ 6);

drittens, die Sicherung des Dammes gegen äussere Angriffe, Befestigung der Böschungen, Entwässerung (§ 7).

Das Terrain kann Veranlassung geben

1. zur seitlichen Bewegung der Aufschüttung, wobei eine geneigte Lage

---

9) Nach Perdonnet's Traité élémentaire etc. I. hat man bei Soultz auf der Französischen Ostbahn, wo der gebildete Abtrag die wasserführende Schicht durchschnitten, den rutschenden Boden in Streifen von 5 bis 8^m Breite (parallel zur Bahnrichtung gerechnet) bis auf die Rutschfläche ausgehoben und die gute Erde zur späteren Wiederverwendung seitlich abgelagert; dann in die feste Thonschicht Bankette von 2^m Breite und nach dem Einschnitt ansteigend eingeschnitten, am Fusse eines jeden Bankettes Rigolen eingelegt, welche das Wasser einem Canal, rechtwinklig zum Einschnittsgraben und in diesen mündend, zuführen; und endlich den guten Boden wieder eingefüllt bis zur ursprünglichen Terrainhöhe (siehe Tafel IV, Fig. 2).

In dem Theile des Einschnittes, wo die schlüpfrige Schicht tiefer unter dem Planum lag und Bewegung bis nach den Schienen hin verursachte, musste dem, die Thonschichten erweichenden, Wasser ein passender Abzug verschafft werden. Zu dem Zwecke legte man oberhalb des Einschnittes eine Längenrigole an, aus welcher das Wasser in eine Querrigole über die Böschung und so in den Einschnittsgraben geleitet wurde. Das durch die Böschung sickernde Wasser wird durch eine Lage Kies, die auf der Oberfläche der Rutschfläche und bis unter dem Einschnittsgraben ausgebreitet ist, angesammelt und an einzelnen Stellen einer Längenrigole zugeführt, die in der Bahnachse auf der ganzen Länge des Einschnittes angebracht ist (siehe Tafel IV, Fig. 3).

derjenigen Flächen, auf welchen die Bewegung erfolgt, und eine ungenügende Reibung vorausgesetzt werden muss; daher bestehen die Mittel, um den Damm in seiner Lage zu schützen,

a. in Vermehrung der Reibung,

b. in Umformung des Terrains;

2. zur senkrechten Bewegung der Anschüttung.

1a. Die Vermehrung der Reibungswiderstände zwischen der Unterfläche der Aufschüttung und dem Bahnterrain geschieht einmal durch Reinigung des letzteren von vegetabilischen Substanzen, von Humus und allen solchen Bodentheilen, die das Wasser zurückhalten und der Last des Dammes nicht widerstehen; sodann in der Entwässerung des Terrains. Letztere Arbeit ist für die Haltbarkeit des Auftrags selbst von grösster Wichtigkeit und muss in allen Fällen, auch wo die Terrassenbildung vorgenommen wird, mit besonderer Aufmerksamkeit und Ueberlegung ausgeführt werden. Bleiben Wasserläufe, wenn auch noch so gering, ohne geregelten Abfluss, werden Quellen unter der Last des Dammes verstopft, so wird der umgebende Boden erweicht, schlüpfrig und giebt Veranlassung zu Rutschungen. Schwierig kann die Entdeckung der Quellen werden, wenn sie sehr klein sind, oder wenn sie in trockener Jahreszeit versiegen. In solch zweifelhaftem Boden ist daher eine vollständige Drainirung, ein System von Sickercanälen oder Drainröhren, welche gehörig tief eingelegt, das Wasser aufsaugen und auf möglichst kurzen Wegen den Lösungsstellen zuführen, ein erforderliches Schutzmittel. Treten wasserführende Schichten auf der zu beschüttenden Fläche zu Tage, so muss für jede derselben ein Längencanal angelegt werden mit Gefälle nach den tieferen Terrainpunkten, wo dann Quercanäle das Wasser ableiten. Alte Wasserläufe, die nach der Verlegung trocken erscheinen, sind besonders vorsichtig zu behandeln, weil nach ihnen die Quellen, namentlich in nasser Jahreszeit, ihren gewohnten Lauf leicht wieder nehmen.

Von der grössten Wichtigkeit ist es aber auch hier, das von oberhalb kommende Wasser abzufangen, ehe es das zu beschüttende Planum erreicht, und es geschieht dies am einfachsten durch Anlage eines offenen Grabens, oder wenn dieser zu Rutschungen Veranlassung geben könnte, eines geschlossenen Canals parallel dem Fusse der oberen Dammböschung. Der Parallelgraben resp. Sickercanal ist mit seiner Sohle wo möglich bis unter die wasserführenden Schichten zu legen und mit ausreichendem Gefälle nach den Punkten hin, von welchen das Wasser in Durchlässen unter dem Dammkörper durchgeführt wird. Bei durchlässigem Boden kann auch eine Dichtung der Sohle und der unteren Grabenwand erforderlich werden.

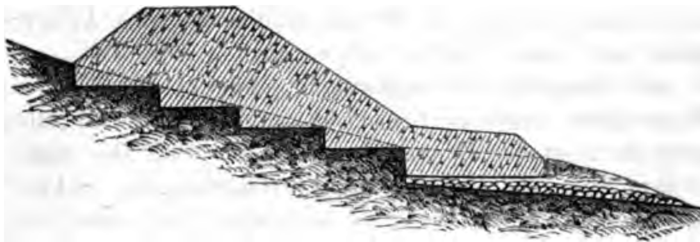
1b. Hat das Terrain eine gegen den Horizont stark geneigte Lage und ist zu befürchten, dass die Reibung nicht ausreicht oder nicht genügend vermehrt werden kann, um den Damm in seiner Lage zu erhalten, so ist die schiefe Ebene terrassenförmig umzubilden, so dass jeder Theil der Aufschüttung in dem treppenförmig aufsteigenden Boden eine horizontale Unterstützung findet. Dabei müssen die Terrassen, wenn sie wirksam sein sollen, in den festen Boden eingeschnitten werden und ein kräftiges Profil erhalten. Je breiter sie gemacht werden, desto geringer ist die Tendenz zur seitlichen Bewegung des Dammes.

Um die Verschiedenheit des Setzens des Dammes über den einzelnen Terrassen auf ein geringes Maass zurückzuführen, ist bei der Aufschüttung mit Sorgfalt zu verfahren, wenn thunlich durch Aufbringung des Bodens in dünnen Lagen, Abgleichung desselben mit jeder Terrassenschicht und gehöriges Feststampfen. Wo dies unterlassen wird, zeigt die Hauptmasse des Dammkörpers, weil das Setzen an

den höchsten Stellen am stärksten, ein Bestreben, nach dem Abhange hin sich zu bewegen und von den horizontalen Stufen abzuschieben. Entsteht dabei auch nicht immer eine eigentliche Dammrutschung, so erfolgt doch eine Bewegung der Masse im Auftrage selbst, welche gewöhnlich an den Längenrissen im Planum zu erkennen ist.

Häufig wird es von Nutzen sein, die Terrassen über den Fuss der auf schiefen Ebenen zu schüttenden Dämme fortzusetzen und um den Bewegungen vorzubeugen, hier ein Contrebankett herzustellen (Fig. 14).

Fig. 14.



Bei der Anlage solcher Bankette ist zu beachten, dass ihre Masse dem besonderen Falle entsprechend gross genug genommen werde, dass sie aus schwerem und wenn möglich durchlässigem Material, als Sand, Steine etc. sorgfältig geschüttet werden, ferner dass sie auf durchaus festem Boden ruhen, der durch Sickercanäle oder ähnliche Anlagen vollständig zu entwässern ist, endlich dass sie an der Oberfläche mit Gefälle versehen werden und einen ausreichenden Schutz erhalten, um das Eindringen des Tagewassers zu verhindern.

2. Die Beschaffenheit des Terrains, auf welchem die Aufschüttung erfolgt, kann, wenn nicht eine seitliche Verschiebung des Auftrages in Frage steht, ferner derart sein, dass eine Bewegung in verticalem Sinne erfolgt, wie dies namentlich in sumpfigem Moor- und Torfboden der Fall ist.

Die Entstehung solcher Bodenarten aus stillstehenden Gewässern, in welchen die Rückstände der vegetabilischen Substanzen mehr oder weniger consistente Massen gebildet haben, lässt von vorn herein das Vorhandensein von Wasser annehmen, welches oft so bedeutend ist, dass die Masse einem Druck von oben nur geringen Widerstand entgegensetzt und deshalb seitlich ausweicht. Selten sind in Folge von natürlichen Erhebungen oder künstlichen Entwässerungen solche Stellen ganz ausgetrocknet. Häufiger findet sich eine theilweise Entwässerung an der Oberfläche, die oft dicht benarbt ist und eine grosse Tragfähigkeit zu besitzen scheint, während die darunter liegenden Bodenschichten von Wasser vollständig gesättigt und in einem halbflüssigen Zustande sind. Der festere Moorboden zeigt gewöhnlich eine gewisse Elasticität und einmal trocken geworden, behält er seine Consistenz und wird bei späterer Berührung mit Wasser nicht mehr aufgelöst.

Für das Verfahren, welches man bei Herstellung von Aufträgen in solchem Terrain angewendet oder anzuwenden hat, ist das Höhenverhältniss zwischen der Anschüttung und der Mächtigkeit des nachgiebigen Bodens, sowie die Consistenz des letzteren von wesentlichem Einfluss.

Niedrige Dämme hat man auf tiefen Mooren oft gleichsam schwimmend hergestellt, so in Holland unter Benutzung einer Faschinenbettung. In England und an anderen Orten hat man, da es bei der geringen Tragfähigkeit des Moores darauf ankommt, in solchen Fällen einen möglichst leichten Damm herzustellen, als Schüttmaterial trocknen Torf gewählt. Derartige Dämme zeigen aber stets eine grosse Beweglichkeit in Folge des nachgiebigen Grundes und der Elasticität der Anschüttung.

Sie können für gewöhnliche Fahrwege zweckmässig und bei den zu Gebote stehenden Mitteln oft allein ausführbar sein; bei Eisenbahnen indess, wo das Gewicht der über sie transportirten Lasten erheblich grösser, wo der Grad der Sicherheit ein weit höherer ist und wo die Art der Transportmittel eine möglichst feste Bahn verlangt, sind sie nur in seltenen Fällen zulässig. Vielmehr ist hier darauf Bedacht zu nehmen, dem Damme eine gegen die Lasten und Erschütterungen der Eisenbahnzüge unnachgiebige Basis zu geben, und zwar geschieht dieses entweder durch Comprimirung des Moorbodens, oder durch Lagerung des Dammes auf dem festen Untergrunde, oder durch Combination beider Mittel, immer unter sorgfältiger Beobachtung der Wasserverhältnisse.

Hat das Moor nur eine geringe Tiefe und ist der aufzuführende Damm so niedrig, dass sein Gewicht nicht ausreicht, um das Moor soweit zu comprimiren, dass die Eisenbahnzüge keine Bewegung mehr hervorbringen können, so bleibt oft nichts anderes übrig, als den Moorboden ganz oder theilweise zu entfernen. Gewöhnlich genügt es, bis zu einer gewissen Tiefe die schlechtesten Partien auszuheben und den Rest durch möglichst tiefe, mit trocknem Material, Sand, Stein, Kies u. s. w. auszufüllende Gräben trocken zu legen. Die Wirksamkeit dieses Mittels hängt davon ab, welches Gefälle man dem Wasserabfluss geben kann. Auch hat man in ähnlichen Fällen das Moor wohl dadurch zu comprimiren gesucht, dass man einzelne Gräben ausgehoben, mit Sand oder fettem Boden ausgefüllt und letzteren dann tüchtig gestampft hat.

Ferner hat man wohl nur unter dem Kern des Dammes das Moor durch Baggerung oder auf andere Weise entfernt, dadurch dem eigentlich tragenden Theil ein sicheres Lager verschafft und die Böschungen auf dem durch die Schüttung comprimirten Moorboden ruhen lassen.

Bei grösserer Tiefe des Moores kann man, wenn die definitive Krone des Dammes nur wenig über dem Niveau der Mooroberfläche liegt, den Damm anfangs höher schütten, ihn zum Sinken bringen und damit solchen Fall in ähnlicher Weise behandeln, wie wenn es sich um die Herstellung schwerer Dämme im Moorboden handelt.

Um in solchen Fällen zu vermeiden, dass der weiche Boden unter der Last des Dammes, nach den Seiten ausweichend, die festere Decke aufwärts wölbe, sie endlich sprenge und dass dann die ganze Schüttung plötzlich versinke, empfiehlt es sich, die Oberfläche des Moores auf beiden Seiten und parallel dem Fusse des Dammes zu durchstechen und dadurch den zu belastenden Boden von dem anliegenden zu isoliren. Auf diese Weise erhält das halbflüssige Material Gelegenheit, ohne die umgebende Moorfläche zu erheben, der sinkenden Schüttung auszuweichen und für diese selbst gewinnt man in der festeren Oberfläche des Moores ein rostartiges Unterlager, welches zum Zusammenhalten der Schüttmasse und zur gleichartigen Versenkung viel beiträgt.

Die Tiefe, bis zu welcher die Schüttung einsinkt, hängt von der Consistenz der unteren Moorschichten ab; bei ganz flüssigem Material kann der Körper bis auf den festen Untergrund sinken; bei weniger flüssigem findet eine Comprimirung des Moores statt und die Aufschüttung erreicht mit ihrer Sohle diesen Untergrund nicht.[10]

---

[10] Auf der Eisenbahn von Nantes nach Brest in Frankreich hat man bei den dort vorkommenden Moorstrecken interessante Beobachtungen über das Verhalten des Moorbodens und der Dammschüttungen gemacht, die im Wesentlichen Folgendes ergeben haben (vergl. Annales des ponts

Da aber von der Tiefe der Einsenkung auch die Breite der Schüttungsbasis abhängt und es immer nachtheilig ist, wenn bei einer zu schmalen Basis die Böschungen der Anschüttung über die mit zu versenkende festere Decke hinaus reichen und eine Vermischung des Auftragsbodens mit dem Moorboden herbeigeführt wird, so thut man wohl, bei Bestimmung der Breite der Schüttungsbasis lieber eine zu grosse als eine zu geringe Versenkung anzunehmen.

Der mittlere Theil einer Dammschüttung wird wegen seines grösseren Gewichtes schneller sinken, als die abgeböschten Seiten, und es wird in Folge davon die Unterfläche eine convexe Form annehmen, welche zur seitlichen Verschiebung des weichen Bodens günstig ist. Es darf jedoch die Belastung der mit zu versenkenden Mooroberfläche nicht zu ungleich geschehen, weil sonst ein Zerreissen derselben und ein Eindringen des Moorbodens in den Damm zu befürchten ist. Daher empfiehlt sich namentlich beim Beginne der Arbeit eine Schüttung in dünnen Lagen.

Ein sehr gefährliches Verfahren ist es, zur Beschleunigung des nur langsam stattfindenden Sinkens der Böschungen, die Seiten des Dammes durch starke Belastung, durch frühe Schüttung schneller zu versenken, als den Mittelkörper, weil dann der in der Mitte eingeschlossene Moorkörper nach der Seite hin nicht mehr entweichen kann, aufwärts gedrängt wird und leicht die ganze Schüttung der Länge nach spaltet, so dass der Moorboden oben zu Tage tritt.

Auf die Vollendung einer gleichmässigen Senkung vor der Benutzung des Bahnkörpers ist indessen stets hinzuarbeiten. Spätere während des Betriebes vorkommende Sackungen machen die Ausgleichung umständlich und, weil diese mit Bettungsmaterial geschehen muss, kostspielig.

Für den Erfolg ist es ferner von Wichtigkeit, ein gutes Schüttmaterial zu haben, namentlich ein solches, welches vom Wasser nicht aufgelöst wird.

Um das seitliche Ausweichen des nachgiebigen Bodens unter der Last des

---

et chaussées 1864, auch Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1865 und Zeitschrift des hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins 1865):

1. In torfigem und weichem Moorboden treten die Senkungen bald ein, die seitlichen Erhebungen verbreiten sich auf grosse Entfernungen, bleiben jedoch niedrig.

2. Im Moor von einiger Consistenz treten die Bewegungen, je nach der Höhe der Dämme, mehr oder weniger schnell ein; sie können bei geringen Auftragshöhen, $2^1/_2{}^m - 3^m$, selbst ganz unterbleiben.

3. Wenn weicher Torf oder Schlamm mit einer compacten Moorschicht überdeckt ist, so tritt das Sacken der Aufschüttung oft erst nach langer Zeit und dann ein, wenn das absolute Gewicht hinreicht, diese Schicht zu durchbrechen. Der Bruch erfolgt dann plötzlich, die Bewegung des Dammes und die Seitenerhebungen sind am grössten. — Bei Eisenbahnen, wo dergleichen plötzliche Einbrüche während des Betriebes sehr gefährlich sein würden, darf man sich deshalb dabei nicht beruhigen, dass die Schüttung eine Zeit lang, ohne zu sinken, sich gehalten hat. Man muss vielmehr so viel als möglich das Sacken zu befördern suchen und sich durch probeweise Ueberlastungen versichern, dass sich die Arbeiten nicht blos im Zustande des Gleichgewichts befinden.

4. Im festen Moor oder Torf nimmt der eingesunkene Theil des Dammes die Querschnittsformen eines umgekehrten Trapezes an und reicht im Ganzen bis zu keiner bedeutenden Tiefe hinab.

5. In Moor- und Torfboden von mittlerer Consistenz sinkt die Schüttung mit verticalen Wänden unter Beibehaltung der horizontalen Basis bis zu einer bedeutenden Tiefe hinab, ohne indess immer den festen Boden zu erreichen.

6. In weichem Moor oder Torfboden sinkt der Damm bis zum festen Untergrunde und nimmt Böschungen an, die um so flacher, je flüssiger der Boden ($^1/_5{}'$ bis $^1/_2{}'$).

In einigen Thälern hat die verwendete Auftragsmasse das $2^1/_2$fache eines Dammes auf festem Boden betragen.

Dammes, welches meist eine Erhebung des nächstliegenden Terrains zur Folge hat, einzuschränken, hat man mehrfach eine Belastung dieses Terrains vorgenommen. Ein solches Verfahren dürfte indess seltener in Moorstrecken von Erfolg sein als beim Vorkommen von weichen Bodenschichten über festeren in geneigter Lage, also bei den eigentlichen Dammrutschungen.

In sehr schwierigen Fällen hat man der Herstellung der Dämme eine ausgedehnte Entwässerung des Moores vorangehen lassen durch ein Netz von Abzugsgräben und Canälen; so beispielsweise auf der österreichischen Südbahn in dem berüchtigten Laibacher Moore, wo später der Raum für den künftigen Damm, um das fernere Ausweichen des Bodens zu verhindern, durch Steinschüttungen von 18′ Höhe und 15′ Breite eingeschlossen ist; ein Mittel, welches, nur selten ausführbar, hier möglich wurde, weil inselartige Erhebungen in der Laibacher Ebene das erforderliche Steinmaterial in grosser Menge lieferten.[11])

§ 6. Herstellung der Anschüttungen. Setzen der Dämme. — Die Eigenschaften, welche eine Bodenart zur Verwendung als Schüttmaterial besonders geeignet machen, sind die Unauflöslichkeit bei Berührung mit Wasser, die dichte Lagerung und die Wasserdurchlässigkeit; daneben soll sie eine genügende Festigkeit haben, um die vorkommenden Lasten tragen zu können, soll leicht zu gewinnen, zu verbauen und bequem zu transportiren sein. — Alle diese Eigenschaften besitzen Sand und Kies in hohem Maasse und um so mehr, je reiner und schärfer sie sind, während der feine rundkörnige Sand schon vom Winde bewegt und vom Regenwasser leicht weggeschwemmt wird. Aus solchem Material geschüttete Aufträge müssen daher an der Oberfläche und an den Böschungen gegen die Einwirkungen des Windes und des Wassers geschützt werden.

Gestein bildet in den Aufträgen viele hohle Räume, die bei weichen Steingattungen, welche leicht zerdrückt werden, oder in Folge der Einwirkungen der Atmosphäre zerfallen, sich allmählich ausfüllen und dadurch ein starkes langwieriges Setzen der Dämme herbeiführen. Bei festeren Steinen, die nicht zerdrückbar sind, ist das Setzen nur eine Folge der dichteren Schichtung der einzelnen Steinstücke und beschränkt sich auf ein geringes Maass, weil die Höhlungen zwischen ihnen nicht ausgefüllt zu werden brauchen. Dämme aus losem Gestein, welches leicht verwittert, bekleidet man an den Böschungen gewöhnlich mit einer Schutzdecke, häufig bildet auch der zerfallene Boden fruchtbare Erde und braucht nur besäet zu werden, um sich fest zu vernarben. Bei festem Gestein ist es meist vortheilhaft, das Material, wenn die Stücke gross und lagerhaft genug sind, bis zu einer gewissen Stärke an den Böschungen regelmässig zu verpacken und zu schichten, weil letztere dann verhältnissmässig steil angelegt werden können (vergl. § 7).

Im Allgemeinen bedarf es bei Herstellung von Aufträgen aus unauflöslichen, durchlässigen Bodenarten, wie den vorstehend erwähnten, keiner besonderen Vorsichtsmaassregeln. Alle fetten Bodenarten aber, als Thon und namentlich Lehm, geben in Anschüttungen leicht Veranlassung zu Unfällen und bei ihrer Verwendung muss daher mit grosser Sorgfalt verfahren werden. Reiner Thon ist der Auflösung durch Wasser nur in geringem Maasse unterworfen, die Feuchtigkeit macht die Oberfläche der einzelnen Theile aber schlüpfrig, verändert die Reibung und damit die feste sichere

[11]) Vergl: Erbkam, Zeitschr. f. Bauwesen 1853, und »Ueber den Bau von Eisenbahndämmen durch Moorstrecken an der Bremen-Geeste-Bahn« vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ingenieur-Vereins 1864.

Lagerung. Weil ferner der Thon nur in scharfkantigen Stücken gelöst werden kann, die wegen ihrer Festigkeit und Zähigkeit selbst unter grosser Belastung nur wenig und langsam nachgeben, so entstehen in den Schüttungen aus diesem Material viele leere Räume und die Aufträge kommen erst nach langer Zeit zur Ruhe. Ist daher irgend ein feineres Material leicht herbeizuschaffen, so kann es zweckmässig sein, dasselbe zur Dichtung der Thonschüttung zu benutzen, um so das Setzen zu vermindern und zu verhüten, dass durch das eindringende Regenwasser sich Wassersäcke bilden, die den Dammkörper erweichen und allmählich auseinander treiben.

Lehm schüttet sich zwar weniger sperrig als Thon, ist aber lockerer, setzt sich deshalb ebenfalls stark und geht wegen seiner Auflösbarkeit durch Wasser leicht in einen halbflüssigen, breiartigen Zustand über. Letztere Eigenschaft macht ihn daher zum Schüttmaterial wenig geeignet. Ist man zu seiner Verwendung genöthigt, so muss auf eine gründliche Entwässerung, auf eine frühzeitige Befestigung der Oberfläche und der Böschungen des Auftrags Bedacht genommen werden, um jede unmittelbare Einwirkung des Wassers auf den Lehm unmöglich zu machen. Findet sich in der Nähe der Bahnschüttung Sand, so ist es gut, die oberste Schicht und wenn möglich auch die Aussenseiten aus diesem Material bestehen zu lassen.

Auf das sorgfältigste ist zu vermeiden, vom Wasser durchweichte Massen in die Anschüttung zu bringen, welche niemals ganz austrocknen, das Tagewasser begierig aufnehmen und in fast regelmässiger Folge davon die Aufträge zum Ausweichen bringen, wenn auch oft erst nach längerer Zeit. In ähnlicher Weise können gefrorene Auftragsmassen schädlich werden.

Das Setzen der Dämme vermindert ihre Höhe und verändert die Form der Böschungen. Da schon während der Herstellung die unteren Schichten von den darüber liegenden zusammengedrückt werden und um so mehr, je grösser die auf ihnen ruhende Auftragsmasse, so steht das Maass der Sackung nicht im einfachen Verhältnisse zu der Auftragshöhe; es ist bei niedrigen Dämmen verhältnissmässig grösser, als bei hohen. Ausserdem ist es bei ein und demselben Dammkörper in den höheren Theilen, wenn auch absolut grösser, so doch nach Verhältniss ihrer Höhe geringer, als in den niedrigen Theilen, den Böschungen. Daher nehmen die Böschungen bei einem nicht elastischen Schüttmaterial, wenn sie vorher eine gerade Linie gebildet haben, nach dem Setzen eine concave Form an. Ist das Material mehr oder weniger elastisch, so dehnen die unteren Schichten unter der Belastung nach der Seite hin sich aus, während die Unterfläche des Dammes durch die Reibung in ihrer Lage gehalten wird. Die seitliche Ausdehnung vermindert sich nach oben in Folge der geringeren Breite und geringeren Belastung der Schichten und die Böschung nimmt von oben nach unten eine concav-convexe Form an.

Wird in Folge des Setzens eine Nachschüttung und Verbreiterung des Auftrags erforderlich, so verbindet sich das nachträglich angeschüttete Material niemals gehörig mit dem alten Kern; es erzeugen sich Längenrisse, die dem Regenwasser Gelegenheit zum Eindringen in den Auftrag geben, so dass die angebrachte Verstärkung leicht abrutscht. Um diesen Uebelständen, die bei fetten Bodenarten am gefährlichsten sind, vorzubeugen, empfiehlt es sich, die Dämme von vorn herein so viel breiter und höher zu schütten, dass eine Nachschüttung nicht nöthig wird, jedenfalls die Oberfläche so zu verbreitern, dass bei einer Nachhöhung die planmässige Kronenbreite erhalten wird, ohne dass der Auftrag nach der Breite verstärkt zu werden braucht.

Zur Beschleunigung des Setzens hat man die Schüttung wohl mit Wasser

übergossen, ein Mittel, welches aber nur bei durchlässigem Material zulässig. Bei Sandschüttungen, welche Gebäude tragen und deshalb eine möglichst geringe Nachgiebigkeit zeigen sollen, ist es zweckmässig, bei Eisenbahndämmen in der Regel überflüssig.

Das Stampfen der Auftragsmassen, welches sich selbstverständlich auf weiche und fette Bodenarten beschränkt, während es bei Aufträgen aus Sand, Kies und Gestein überflüssig, ist nur dann wirksam, wenn die Schüttung in dünnen horizontalen Lagen von etwa $0^m,3-0^m,5$ erfolgt. Wird bei stärkeren Schichten die Oberfläche festgestampft, so ist das häufig mehr schädlich als nützlich, namentlich in Thonboden, weil die gedichteten Decklagen das Entweichen der in den loseren Schichten enthaltenen Wasser- und Luftmassen erschweren.

Ein sehr wirksames Mittel zur Dichtung von Thon- und Lehmaufträgen besteht in der Ausfüllung der bei der Schüttung entstandenen leeren Räume mit Sand oder einem andern Materiale, welches leicht in die Zwischenräume eindringt. Die Herstellung geschieht dabei am einfachsten durch abwechselndes Aufbringen von Thon- und Sandschichten.

Alle diese Mittel werden nur da anwendbar, wo die Schüttung in annähernd horizontalen Lagen erfolgt. Für die Herstellung sicherer und fester Dämme ist daher diese Schüttungsmethode vorzüglicher, als diejenige durch Vortreiben oder Erbreitern des Dammes in grösserer Höhe, bei welcher die einzelnen Schichten der Schüttung eine der natürlichen Böschung entsprechende geneigte Lage bekommen.

Wird bei der Schüttung vor Kopf mit dem vollen Querprofil des Dammes vorgegangen, so bilden sich die Schüttflächen in der Längenrichtung des Dammes und eine Abrutschung ist, selbst bei unvollkommener Verbindung der einzelnen Schichten, nicht zu befürchten. Wird aber zuerst ein schmaler Damm vorgetrieben und derselbe nachher durch Schüttungen nach der Seite erbreitert, so entstehen leicht Längenrisse und im ungünstigen Falle seitliche Abrutschungen.

Bei grösseren Erdarbeiten mit Locomotiv-Transport ist es üblich, den Boden aus den zu ganzen Zügen zusammengestellten Transportwagen nach der Seite hin abzuladen, wobei dann gewöhnlich das Interimsgleis anfangs auf die Terrain-Oberfläche oder auf einen zu diesem Zwecke durch Handarbeit aufgeworfenen niedrigen Damm gelegt und allmählich mit dem Fortschreiten der Schüttung gehoben und zur Seite verschoben wird. Diese Methode, welche ein rasches Entladen ermöglicht und neuerdings vielfach Anwendung findet, ist je nach der Beschaffenheit des Schüttmaterials zu modificiren. Bei Bodenarten, welche mit Vorsicht behandelt werden müssen, ist anzurathen, die Schüttung in dünnen Lagen über die ganze Breite des Dammes auszuführen, während bei trocknem Material es zur Vermeidung der häufigen Verlegung des Gleises statthaft sein kann, zuerst einen schmalen Damm in grösserer Höhe zu schütten und nachher denselben breiter zu machen.

Aehnliche Vorsichtsmaassregeln sind bei der Schüttung von Sturzgerüsten zu beachten, indem auch hier, wenn der Damm nicht gleich in der ganzen Breite hergestellt wird, die spätere seitliche Anschüttung bei unsicherem Schüttmaterial leicht die oben erwähnten Störungen, Längenrisse und Abrutschungen, zur Folge haben kann.

Mit besonderer Sorgfalt ist mit dem Anschütten und Ueberschütten von Bauwerken, gemauerten Durchlässen und Brücken zu verfahren. Dasselbe darf immer nur in dünnen Lagen unter sorgfältigem Stampfen geschehen und an beiden Seiten des Bauwerks so gleichmässig, dass eine jede Seitenbewegung in Folge des Bodendruckes unmöglich wird. Namentlich ist dies bei Kopfschüttungen nöthig und bis zu

einer solchen Höhe über dem Bauwerk, dass der einseitige Druck des Vorkopfs der Schüttung die über und neben dem Bauwerke gebildete compacte Masse nicht zu stören vermag.

Bei hohen Dämmen auf nachgiebigem Untergrunde kann es vorkommen, dass wenn der auf dem gut fundirten Bauwerke ruhende Theil des Dammes nicht im Stande ist den Sackungen der anschliessenden Theile zu folgen, sich Querrisse bilden, die den Erdkörper über dem Bauwerke isoliren und dass letzteres, wenn es den so isolirten Erdkörper nicht zu tragen vermag, zusammenbricht. Um solchen Erscheinungen vorzubeugen, ist es gut, wenn auch oft umständlich, das Bauwerk nicht eher zu überschütten, als bis die anstossenden Aufträge an beiden Seiten ihre volle Höhe erreicht haben und keine erhebliche Senkung des Bodens mehr zu erwarten steht.

Bei einem Untergrunde, welcher unter der Last des Dammes nach der Seite ausweicht, kann es sich auch ereignen, dass die tief gehenden Fundamente des Bauwerkes zusammengeschoben werden. Wenn dem durch eine geeignete Construction des Bauwerks selbst nicht entgegen zu wirken ist, so führt man die Schüttung vorerst wohl ganz durch und nachdem sie sich gesetzt hat beginnt man die Fundirungsarbeiten.

§ 7. Aeusserer Schutz der Dämme. Befestigung der Böschungen. Steinpackungen. — Für den Schutz eines Dammkörpers gegen die Zerstörung in sich ist es von besonderer Wichtigkeit dahin zu wirken, dass nicht Wasser in das Innere des Auftrags gelange.

Es ist schon früher auf die nachtheiligen Folgen hingewiesen, welche die Verwendung wasserhaltigen Materials zur Bildung von Aufträgen nach sich zieht. Solches Material, welches vom Wasser innig durchzogen und zum Theil aufgelöst, ausweicht und auseinanderfliesst, trocknet fast nie aus, wenn auch die Oberfläche eine gewisse Festigkeit erlangt. Der Kern bleibt locker und aufgelöst und vermag selbst geringe Lasten nicht zu tragen. Daher bleibt denn oft nichts anderes übrig als solches Material, wo es verwendet ist, gänzlich wegzuräumen und durch trocknen Boden zu ersetzen.

Aehnliche Wirkungen können entstehen, wenn Schüttungen aus löslichem Material während anhaltenden Regenwetters ausgeführt werden, oder wenn durch Risse und Senkungen in der Oberfläche das Wasser in das Innere der Aufträge dringt.

Wo letzteres vorkommen kann, ist mit Sorgfalt darauf zu achten, dass die Oberfläche befestigt und mit einem für die schnelle Wasserabführung günstigen Seitengefälle versehen werde, sowie dass alle während der Ausführung der Erdarbeiten sich bildenden Säcke und Risse unverzüglich ausgefüllt und gedichtet werden.

Bei dem fertigen Dammkörper wird in der Regel eine besondere Entwässerung des Planums ausser durch sorgfältige Abdachung (vergl. § 9) nicht ausgeführt, weil das aufgebrachte Bettungsmaterial eine schädliche Ansammlung des Regenwassers verhütet. Nur bei verhältnissmässig breiten Dämmen und namentlich auch bei Dämmen, die für zwei Gleise hergestellt, aber anfangs nur mit dem Oberbau für ein Gleis versehen werden, kann es erforderlich werden, das auf der Oberfläche sich ansammelnde Tagewasser concentrirt abzuführen. Dort empfiehlt es sich, längs den Auftragskanten Parallelgräben zu ziehen, aus denen das Wasser mittelst kleiner Quercanäle und Rinnen über die Böschungen fortgeleitet wird. Alle diese Canäle sind mit starkem Gefälle anzulegen und sorgfältig zu dichten, damit das Wasser nicht in die Auftragsmasse dringe.

In den Auftragsböschungen werden durch das Regenwasser, namentlich bei frischen Schüttungen, leicht Rinnen ausgespült, die allmählich zu grösseren Furchen sich vertiefend auch den Kern des Dammes angreifen können. Eine Sicherung der Böschungen gegen die äusseren Einwirkungen des Wassers ist deshalb hier ebenso nöthig, wie bei den Einschnitten und geschieht hier auf ähnliche Weise wie dort, durch Bekleidung mit fruchtbarer Erde und Bildung einer Grasnarbe (vergl. § 10), durch Bepflanzung, Pflasterung.

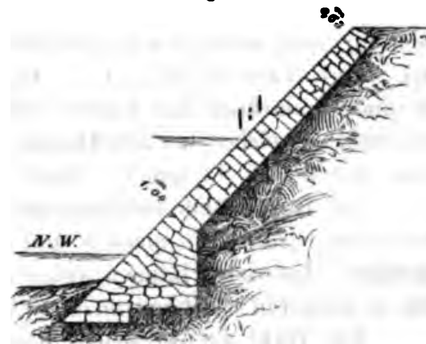
Bei Frostwetter kann es vorkommen, dass, wenn Wasser im Auftrage enthalten ist oder auf unterirdischen Wegen eindringt, dasselbe gegen die gefrornen Böschungen staut, in Folge des Druckes sie sprengt, zum Rutschen bringt und beim Ausfliessen einen Theil des Schüttmaterials mit fortreisst. Dem pflegt gewöhnlich eine Formveränderung der Böschungen, ein Ausbauchen voranzugehen und wird diese Erscheinung früh genug bemerkt, so hat man dem Uebel dadurch abgeholfen, dass man am Fusse der Anschüttung Löcher durch den gefrorenen Boden geschlagen, dadurch dem angesammelten Wasser einen Ausweg verschafft und das Material im Innern ausgetrocknet hat.

Häufig wird die Forderung gestellt, den Auftragsböschungen steilere Anlagen zu geben als das Schüttungsmaterial sie nach seiner natürlichen Lagerung verlangt; sei es weil der Werth der getroffenen Ländereien eine Einschränkung des Bahnterrains wünschenswerth erscheinen lässt, sei es weil die Bodenbeschaffenheit oder Form des Terrains die Herstellung des Dammkörpers nach dem normalen Profile nicht gestattet, sei es endlich, um an Auftragsmasse zu sparen.

Ganz steil lassen sich die Auftragswände nur durch Futtermauern herstellen, deren specielle Behandlung nicht hierher gehört.

Entspricht die Neigung annähernd dem Ruhewinkel des Schüttmaterials, so genügt bei nicht bedeutender Dammhöhe häufig eine sorgfältige Bekleidung mit Kopfrasen oder durch Pflasterung. Den Uebergang von steilen zu flachen Böschungen bilden die Steinpackungen, welche namentlich in Gebirgsgegenden eine ausgedehnte Anwendung finden, wenn die Bahneinschnitte oder Seitenentnahmen ein ausreichendes Quantum festen und wetterbeständigen Steinmaterials liefern. Sie bilden gleichzeitig einen guten Schutz gegen Stromangriffe und Wasserspülungen.

Fig. 15.



Die den Steinpackungen zu gebenden Stärken und Profile richten sich nach den zu Gebote stehenden Baumaterialien und dem Seitendruck, welchen die Anlagen auszuhalten haben. Letzterer ist um so grösser, je geringer die Cohäsion des Dammmaterials und je steiler die Böschungen angelegt werden. Steinpflasterungen werden häufig 1füssig angelegt mit geraden oder concaven Böschungsflächen, und besteht der Damm, welchen sie zu schützen haben, aus Steintrümmern und festem Gerölle, die bei solcher Böschung kaum noch einen Seitendruck ausüben, so genügen selbst bei grossen Höhen geringe Stärken von etwa $0^m,5$ bis 1^m (vergl. Tafel III, Fig. 11 und 14 und vorstehende Figur).

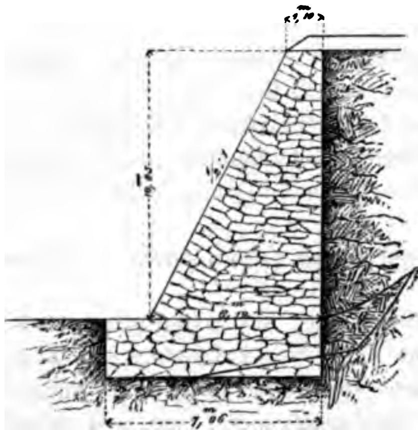
Bei weniger günstigem Schüttmaterial werden grössere Dimensionen erforderlich, die man häufig nach unten zunehmen lässt, namentlich wenn hier ein Angriff durch Wasser erfolgt (Holzschnitt Fig. 15).

Für das Bestehen solcher Pflasterungen ist es von Wichtigkeit, dass sie nicht eher ausgeführt werden, als bis der Damm sich einigermaassen gesetzt hat, weil sie sonst Form und Zusammenhang verlieren, sich ausbauchen und gesprengt werden können.

Kann man die Zeit bis zum erfolgten Setzen des Dammes nicht abwarten, so ist es oft vorzuziehen, am Fusse der Böschung eine in sich selbst standfähige Steinpackung mit steilerer Dossirung und sorgfältiger Hinterfüllung auszuführen und den oberen Theil des Dammes mit gewöhnlicher Böschung stehen zu lassen.

Bei sorgfältiger Ausführung der Arbeit ist selbst mit unregelmässig geformten Steinstücken eine steilere Böschung, etwa $^1/_2$ füssig, unschwer herzustellen. Man setzt hier, wie auch bei den flacheren Steinpflasterungen, die Lagerfugen der äusseren Schichten gewöhnlich senkrecht auf die Böschungsfläche, obwohl nach Beschaffenheit des Materials häufig auch eine horizontale Schichtung zweckmässig ist.

Fig. 16.



In Fig. 16 ist das Profil einer Packung dargestellt, die an der Rhein-Nahe-Bahn zur Ausführung gekommen ist. Fig. 12 und 13, Tafel III zeigen Profile von der Brenner-Bahn.

Die hintere Fläche ist bei ersterem Profil vertical, bei letzteren nach vorn geneigt. Bei beiden Formen wird die Anlage durch das Setzen des Dammes nicht wesentlich alterirt, während bei Steinpackungen und Trockenmauern, die nach hinten überhängen, in Folge des Setzens eine Ablösung des Kernes des Dammes von der Mauer entsteht und, indem letztere nachsackt, leicht eine Ausbauchung und eine Zerstörung des Zusammenhanges der einzelnen Theile herbeigeführt wird. Dieselbe Erscheinung kann eintreten, wenn der vordere Theil der Packung aus besserem Material, aus grösseren Steinen und sorgfältiger hergestellt ist als der hintere Theil, wodurch dann auch ein verschiedenes Setzen entsteht.

Eine sorgfältige Sicherung des Fusses der Steinpackungen durch Herstellung geeigneter Stützflächen in dem gewachsenen Boden, durch eine wirksame Wasserableitung und ausreichende Dimensionen ist für das Bestehen von grösster Wichtigkeit (vergl. Tafel III, Fig. 12). Bei Angriffen durch Wasser ist je nach Umständen oft eine Verstärkung des Fusses durch ein vorgesetztes Bankett mit flacher Böschung ausgeführt, welches bei schiffbaren Gewässern zur Aufnahme des Leinpfades dienen kann (vergl. Fig. 11 und 13, Tafel III).

Bei lagerhaftem Steinmaterial kann es sich empfehlen, die Böschungen noch steiler als $^1/_2$ füssig zu machen und die Auftragswände als trockne Futtermauern herzustellen. Auf vielen Bahnen finden sich solche Mauern mit $^1/_5$ bis $^1/_6$ füssiger Böschung und in mittleren Stärken von $0^m,3$ bis $0^m,4$ der Höhe.[12]

Die Wahl der in jedem besonderen Falle anzuwendenden Construction wird, wie kaum noch hervorgehoben zu werden braucht, durch die Höhe der Dämme und

---

12) Ueber die Herstellung des bis über 100 Fuss hohen Dammes der schiefen Ebene bei Kulmbach auf der Bayerischen Staatsbahn mit concaven Böschungen aus Mauerwerk, theils trocken, theils in Mörtel, behufs Materialersparung siehe Förster's Bauzeitung 1851.

durch locale Verhältnisse, durch Beschaffenheit des Materials, durch die zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte und dergleichen beeinflusst. [13])

Es ist bereits im Vorstehenden erwähnt worden, wie Steinpackungen als Schutzmittel gegen die Angriffe des Wassers durch Strömung und Wellenschlag zweckmässig angewendet werden und in den Figuren 11 und 13, Tafel III, sind einige Beispiele über die in solchen Fällen getroffenen Anordnungen gegeben. Es bleiben noch die Mittel anzuführen, welche oft anstatt der Steinbefestigungen oder neben ihnen behufs Sicherung der Dämme im Wasser Anwendung finden.

Zunächst und vor Allem ist nöthig, dass zu dergleichen Anschüttungen nur solches Material benutzt werde, welches unter Wasser sich nicht auflöst und ein genügendes specifisches Gewicht hat, um nicht leicht in Bewegung gesetzt zu werden.

Dämme, die hauptsächlich dem Wellenschlage ausgesetzt sind, kann man, wo die Verhältnisse es gestatten, durch möglichst flache strandartige Böschungen schützen. Auch Böschungen von 3- bis 5-füssiger Anlage und selbst steilere sind im Stande einen kräftigen Schutz zu gewähren, wenn sie mit einer dichten Grasnarbe bedeckt werden.[14]) Natürlich gedeiht eine solche nur an dem gewöhnlich über Wasser liegenden Theil der Böschung. Weidenpflanzungen haben sich dann hauptsächlich wirksam erwiesen, wenn sie niedrig gehalten werden, so dass immer nur junge Reiser die Flächen bedecken, die dem andrängenden Wasser nachgeben und, indem sie sich auf die Böschung legen, diese schützen, während stärkere Stämme durch ihren Widerstand zu Auskolbungen und Auswaschungen Veranlassung geben.

Häufig legt man, insbesondere bei steilerer Dossirung, in der Nähe der Wasserlinie ein Bankett an, welches sich zur Bepflanzung mit Strauchweiden vorzüglich

---

[13]) Wir geben hier die Hauptresultate der an der Rhein-Nahe-Bahn gesammelten Erfahrungen und Beobachtungen, wo Steinpackungen und Futtermauern in grösserem Maassstabe zur Ausführung gekommen sind (nach Cuno, vergl. Erbkam 1861):

»Die Kosten der trockenen Steinpackungen haben zwischen 13 Mark und 23 Mark pro Schtrthe. (= 4,45 Cubikmeter), die der Futtermauern in Mörtel zwischen 44 und 50 Mark, also durchschnittlich etwa 3mal so viel betragen.

»Es ist dabei jedoch der Umstand in Betracht zu ziehen, dass die Stabilität einer Trockenmauer bei weitem geringer ist, als die Widerstandsfähigkeit einer Mörtelmauer, welche vermöge der Bindekraft des Mörtels fast wie ein zusammenhängender Steinblock wirkt, während die einzelnen Theile der Trockenmauer nur durch die Reibung verbunden sind und daher leicht verschoben werden können.

»Das System der trockenen Steinpackungen zur Herstellung von Stützmauern kann mit Erfolg nur zur Anwendung gebracht werden, wenn die Bahneinschnitte brauchbares frostbeständiges Steinmaterial liefern, wenn die Mauern in der Vorderfläche wenigstens halbfüssige Böschung erhalten können und das Hinterfüllungsmaterial aus Steintrümmern oder festem Gerölle besteht.

»Unter diesen Bedingungen genügt nach den bei der Rhein-Nahe-Bahn gemachten Erfahrungen für die trocken gepackten Stützmauern eine mittlere Stärke von $^{13}/_{42}$ bis $^{1}/_{3}$ der Höhe.

»Sobald man durch die Localität genöthigt ist, die Stützmauern in der Vorderfläche senkrecht oder mit einer Böschung von weniger als halbfüssiger Anlage auszuführen, wenn das Steinmaterial nicht unmittelbar zur Hand liegt, sowie bei losem Hinterfüllungsmaterial und bei Höhen über 40 bis 50 Fuss erscheint es bedenklich und unzweckmässig, trockene Steinpackungen anzuwenden.

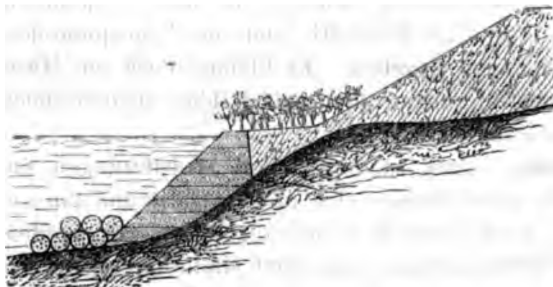
»Es sind alsdann die regelmässigen Futtermauern in Mörtel vorzuziehen, deren Stabilität durch zweckmässige Anordnung dergestalt erhöht werden kann, dass der Erfolg auch unter schwierigen Umständen gesichert erscheint.«

[14]) Ueber die Herstellung des Dammes der Lübeck-Büchner Eisenbahn durch den Möllner See aus grobem Sand mit $2^{1}/_{2}$füssigen Dossirungen im Wasser s. Erbkam 1852, p. 58.

Fries, der Eisenbahndamm durch den Bodensee bei Lindau. Förster's Bauzeitung 1855, p. 188. Heusinger v. Waldegg, Organ 1855, p. 138.

eignet, indem der Fuss der Pflanzung feucht gehalten wird und der Kopf über Wasser bleibt (Fig. 17).

Fig. 17.



Die unter Wasser befindlichen Theile der Böschungen werden gegen den Stromangriff ausser durch Steinpackungen zweckmässig durch Faschinenwerke gedeckt. Packwerke mit Pfählen, Bohlwerke etc. gehören zu den nur in besonderen Fällen angewendeten Constructionen. Steinschüttungen und Faschinenwerke sind auch da zu empfehlen, wo Unterwaschungen des Dammkörpers, Vertiefungen des Flussbettes befürchtet werden müssen. Die Faschinenwerke werden hier als Senkstücke, Senklagen, Senkfaschinen am Fusse der Böschung versenkt und indem sie einestheils die leicht beweglichen Theile des Flussbettes bedecken, schützen sie andern Theils bei vorkommenden Auskolbungen, indem sie nachsinken und so die entstandenen Vertiefungen wieder ausfüllen.

Wo Eisenbahndämme heftigen Angriffen durch Eisgang ausgesetzt sind, ist ein sicheres Deckwerk kaum in anderer Weise herzustellen als durch tüchtiges Pflaster aus grossen Steinen, Steinpackungen oder Mauerwerk.

§ 8. Dammrutschungen. — Dammrutschungen entstehen

1. durch die Bewegung des die Anschüttung tragenden Bodens und
2. durch die mangelhafte Beschaffenheit des Auftrags selbst;

häufig wirken auch beide Ursachen zusammen.

Jede seitliche Bewegung des Bodens setzt das Vorhandensein einer schiefen Ebene voraus, auf welcher die Rutschung erfolgt. Die Vorbedingung ist also hier dieselbe wie bei den Einschnitts-Rutschungen. Die Veranlassung zu den Gleichgewichtsstörungen ist indess bei beiden verschieden, indem sie bei Einschnitten darin besteht, dass durch deren Herstellung das oberhalb liegende Terrain seinen natürlichen Stützpunkt verliert, während bei Dämmen eine grössere Belastung der schiefen Ebene stattfindet und in unmittelbarer oder späterer Folge davon der Reibungswiderstand auf der Rutschfläche sich vermindert. Gewöhnlich geschieht dies dadurch, dass unter dem Drucke der Anschüttung der freie Ablauf des Quellwassers gehemmt wird und dasselbe lösend auf die oberen Schichten des tragenden Bodens oder auf die unteren des Dammes wirkt.

Die Sicherungsmaassregeln gegen Rutschungen dieser Art werden deshalb zunächst auf eine Vermehrung der Reibung durch eine sorgfältige Entwässerung des Terrains und Entfernung der schädlichen Bodenschichten gerichtet sein müssen; sodann auf Herstellung von Stützpunkten ausserhalb des Dammkörpers. In § 5 sind die hierher gehörigen Anlagen des Weiteren besprochen, deren gründliche Ausführung während des Baues stets erhebliche Ersparungen gegen den Aufwand an Arbeit und Kosten gewähren wird, welchen die Wiederherstellung einer entstandenen Rutschung verursacht.

Nicht immer aber ist die Entstehung der Rutschung einem Mangel an Vorsicht bei Ausführung des Baues zuzuschreiben; oft liegen die wasserführenden Schichten so tief, dass ihr Einfluss auf das Bestehen des Dammes unberechenbar ist, oft so versteckt, dass sie bei den angestellten Bodenuntersuchungen nicht entdeckt werden. In zweifelhaften Fällen ist es daher zu empfehlen, während der Ausführung der Schüttung sorgfältig das Verhalten der Wasserausflüsse unterhalb der Bahn zu beobachten.

Wenn die Quellen langsamer fliessen oder versiegen, so ist anzunehmen, dass das Wasser durch die Last des Dammes in seinem Laufe gehindert ist und in Folge dessen den Fuss der Aufschüttung oder diese selbst durchweichen und leicht zum Rutschen bringen wird. Eintretenden Falles muss dann auf eine schleunige Abhülfe, auf Herstellung eines freien Wasserabzuges Bedacht genommen werden.

Ist auf die eine oder andere Art durch Bewegung des die Anschüttung tragenden Bodens eine Rutschung entstanden, so hat man oft mit gutem Erfolge folgende Maassregeln angewendet, um die Massen zum Stehen zu bringen. [15])

»Wenn die Abrutschung nur durch zu starke Neigung des Terrains, ohne Zutritt des Wassers in das Innere des Auftrags entstanden ist, so genügt es in der Regel, wenn an dem Fusse des abgerutschten Bodens ein starkes Contrebankett tief in den festen Boden fundamentirt und in einer dem Gewichte der bewegten Masse entsprechenden Grösse angelegt wird (vergl. Fig. 11, Tafel IV). Der abgerutschte Boden wird, sofern er trocken ist, auf dem Raume zwischen dem Bankett und der Anschüttung in dünnen Schichten ausgebreitet und gehörig festgestampft. Darüber wird in horizontalen Lagen der Auftragskörper wieder in solcher Weise ergänzt, dass die etwas hohl anzulegende Böschung sich gegen das Bankett stützt und dann nach der oberen planmässigen Kante des Auftrags herangezogen wird. Diese Böschung muss besonders gut gedichtet und wenn irgend thunlich mit Rasen bekleidet werden, weil Alles davon abhängt, keine Feuchtigkeit in den Raum zwischen dem eigentlichen Auftrag und dem Bankett gelangen zu lassen.

»Waren aber unter der Schüttungsfläche hervordringende Quellen die Veranlassung der Abrutschung, was an der Durchnässung am unteren Theile des abgerutschten Bodens zu erkennen ist, so wird zunächst dem Fusse der Abrutschung entlang ein Graben gezogen und zwar so tief, dass demselben nach der Thalseite hin noch Abfluss verschafft werden kann, und dieser Graben wird mit Steinen ausgepackt, um den Quellen unter der Schüttung die möglichst tiefe Lösung zu verschaffen und ihren Abfluss unter dem Schüttungsterrain zu begünstigen. Von diesem Parallelcanal werden dann noch, soweit damit zu kommen ist, Stichcanäle bis unter den Boden der Anschüttung geführt und ebenfalls mit Steinen ausgefüllt. Für die Anlage dieser Stichcanäle werden vorzugsweise solche Punkte gewählt, wo sich der Boden am feuchtesten zeigt und auf eine Concentration des Quellenwassers schliessen lässt. Dadurch werden die Quellenlager noch mehr durchschnitten und der Boden in möglichster Tiefe damit entwässert. Erst wenn die Ueberzeugung gewonnen ist, dass alle unter der Schüttung liegenden Quellen ihren Abfluss nach diesen Canälen nehmen, kann mit der Wiederherstellung des Auftrages vorgegangen werden, indem zunächst hinter dem Parallelcanal ein Bankett geschüttet, der abgerutschte Boden, wenn er nicht vollkommen entwässert ist, beseitigt und mit gutem trockenem Material in dünnen festgestampften horizontalen Schichten aufwärts gegangen wird, bis die Oberfläche des Auftrags wieder hergestellt ist (vergl. Fig. 12, Tafel IV).

»Findet sich das abgerutschte Material sehr erweicht und daher weit nach unten ausgeflossen, so kann ein Längendurchstich in demselben bis in den festen Boden eingeschnitten und in diesem der Hauptentwässerungscanal und zugleich das Bankett angelegt werden. Das flüssige Material wird dann beseitigt, die feuchten Stellen im Boden werden ausgegraben, Sickercanäle angelegt und überhaupt wird wie im vorigen Falle verfahren. Machen es Umstände irgend wahrscheinlich, dass schon oberhalb der

15) Nach Henz »Anleitung zum Erdbau« 3. Aufl. p. 160.

Schüttung Quellen entspringen, deren Wasser sich unter derselben durchzieht, so darf nicht versäumt werden, auch am oberen Fusse der Böschung einen Parallelgraben einzuschneiden, in demselben die von oben kommenden Wasser abzufangen und nach den nächsten Lösungspunkten der Länge nach abzuführen (vergl. Fig. 13 und 14, Tafel IV).

»Da Abrutschungen der Aufträge vorzugsweise da eintreten, wo Querthaleinschnitte überschritten werden, in demselben aber immer Durchlässe zur Wasserabführung liegen, so werden diese bei entstehenden Rutschungen gewöhnlich querdurch zerrissen, umgeworfen oder mindestens an ihrer untern Mündung verschüttet. In solchen Fällen muss zunächst der Durchlass wieder geräumt, und dann bis zur Aussenböschung des neu zu bildenden Banketts verlängert, dabei möglichst tief in den Boden eingeschnitten werden. Findet sich der abgerutschte Boden in einem solchen Zustande der Zerrüttung, Beweglichkeit und Flüssigkeit, dass es trotz aller Anstrengung nicht gelingt, einen offenen Canal durch denselben bis zur verschütteten Canalausmündung durchzuführen, so bleibt kaum etwas Anderes übrig, als so schnell als irgend thunlich einen unterirdischen Stollen nach dem Durchlass zu führen und denselben auf diese Weise zu entwässern. Da ein solcher Stollen in dem abgerutschten beweglichen Boden leicht zerdrückt oder verschoben werden würde, so wird man ihn, um sicher zu gehen, unter der Sohle des Auftrags im gewachsenen Boden anlegen müssen, was sich ausserdem empfiehlt, um eine möglichst tiefe Entwässerung zu erlangen.«

Die zweite Art von Rutschungen, die Zerstörung des Dammkörpers in sich, ist Folge der Verwendung mangelhaften Schüttmaterials oder der unrichtigen Bearbeitung desselben. Durch sorgfältige Anwendung der in den §§ 6 und 7 besprochenen Vorsichtsmaassregeln wird diesen Rutschungen fast immer vorzubeugen sein. Sie entstehen gewöhnlich, wenn zu der Schüttung wasserhaltige, leicht lösliche Materialien benutzt werden, die in den unteren Schichten zerfliessen oder durch die Belastung herausgedrückt werden. [16])

Sie entstehen ferner als Folge einer fehlerhaften Bearbeitung der Anschüttungen, wenn die Böschungen zu steil angelegt werden, wenn bei Verwendung verschiedenartiger Schüttmaterialien oder bei Dämmen auf geneigtem Terrain ein ungleiches Setzen entsteht und dadurch der Zusammenhang der Auftragsmassen gestört wird, oder wenn die Schüttung in einer Weise erfolgt, dass die Massen sich nicht gehörig verbinden können und dass dann Längenrisse sich bilden, welche dem Regenwasser den Zutritt in das Innere des Auftrags gestatten.

---

[16]) Die Zweigbahn Wanne-Haltern der Köln-Mindener Eisenbahn überschreitet in der Nähe von Haltern das Thal des Lippe-Flusses. Für den Strom ist hier ein neues Bett gegraben und durch das alte ein etwa 6^{m} hoher Damm geschüttet, zu dessen Herstellung der leichte Sandboden aus der Flussverlegung und den Flussufern verwendet ist. In Folge eines während etwa sechs Wochen anhaltenden heftigen Regens und dadurch veranlassten Hochwassers entstanden im Herbste 1869 anfangs mehrere kleinere Abrutschungen und am 16. November gab der Damm unter der Last eines Arbeitszuges in der Weise nach, dass zuerst der Boden am Fusse des Dammes auswich und dann die Dammkrone um mehrere Fuss sich senkte, wobei die Locomotive mit Tender in dem weichen Boden sich auf die Seite legten.

Die Ursachen dieses Unfalles lagen in der Beschaffenheit des Dammmaterials, welches zu fein und zu leicht war, um bei dem anhaltenden Regen und dem Hochwasser nicht in einen halbflüssigen Zustand versetzt zu werden. Durch die Anschüttung von $5^{m},65$ breiten Banketten am Fusse des Dammes bis 31^{cm} über Hochwasser aus Steinmaterial, welches auf dem definitiven Gleise herbeigeschafft werden konnte, sowie durch Erbreiterung der Dammkrone auf $11^{m},30$ und durch Herstellung von 2füssigen Böschungen ist der Damm nachher gesichert.

Die Mittel, um Dämme, welche auf solche Art gestört sind, wieder herzustellen, sind ähnlich den vorher angeführten. Sie bestehen in der Austrocknung des durchwässerten Schüttmaterials durch eine sorgfältige Entwässerung und in der Anlage von Contrebanketten, um dem beweglichen Boden ein Widerlager zu schaffen. Der Umfang, in welchem diese Mittel zur Anwendung zu bringen, richtet sich jedesmal nach dem besonderen Falle. Mitunter kann es genügen, nur den unteren Theil des ausgetriebenen Bodens durch Querdrains zu entwässern, wenn für die Wiederherstellung des oberen Theiles des Dammes trockener Boden zur Verfügung steht (Fig. 15, Tafel IV).[17]

Im anderen Falle kann man die Drainanlagen bis zur Dammkrone fortsetzen und am Fuss ein kräftiges Bankett anlegen. Auch hat man mit gutem Erfolge rechtwinklig zur Längenrichtung des Dammes Quergräben von etwa 1ᵐ Breite, in Entfernungen wie sie durch die Umstände geboten wurden, ausgehoben und mit Steinen oder anderem trockenem und durchlässigem Material ausgefüllt.[18]

Bei sehr weichem Boden ist oft die Herstellung von Querdrains allein nicht genügend. Wenn dann Sammelcanäle auch in der Längenrichtung des Dammes angelegt werden müssen, so kann die Ausführung eine ähnliche werden wie in den Figuren 12 und 13, Tafel IV dargestellt oder wie nach Fig. 19.[19]

---

[17] Auf der Main-Weser-Bahn hat man bei zwei Dämmen, welche zum Theil während Regenwetters geschüttet waren und auswichen, den oberen Theil mit Sandboden wieder hergestellt, den Fuss der Böschung aber, welcher, aus Thonboden bestehend, den Wasserabfluss verhinderte, hat man, nachdem die Hauptbewegungen aufgehört hatten, durch Drainröhren trocken gelegt. Wo diese in Folge späterer Verschiebungen ihren Dienst versagten, sind sie wieder aufgegraben und mit trockenen Steinen überfüllt. — Die geringste Entfernung dieser Querdrains ist 5ᵐ und je nach Beschaffenheit des Bodens mehr (Fig. 15 und 16, Tafel IV).

[18] Auf der französischen Ostbahn ist ein Damm von durchschnittlich 4ᵐ Höhe in einer feuchten Wiese dadurch zum Ausweichen gekommen, dass der Thonboden, welcher bei Frostwetter geschüttet war, durch das im Auftrage enthaltene Wasser und in Folge von Regen aufweichte. — Die Böschung ist dann bis an die Aussenkante der Schwellen abgerutscht, und um sie wieder herzustellen, hat man rechtwinklig zur Bahnachse Gräben von 1ᵐ bis 2ᵐ Tiefe eingeschnitten, je drei Faschinen eingelegt und Erde in horizontalen Lagen eingestampft. Darauf hat man den abgerutschten Boden umgearbeitet und am Fusse des Dammes ein Contrebankett von 2ᵐ Höhe und 3ᵐ Breite hergestellt, unter welchem die Wasserzüge bis zum Auslauf der Böschungen verlängert sind (Fig. 17 und 18, Tafel IV).

[19] Auf der Bahn von Paris nach Coulommiers hat man das Abrutschen einer Böschung dadurch zu hemmen versucht, dass man in den ausgewaschenen Boden Brunnen senkte und diese mit trockenen Steinen ausfüllte. Dieses Mittel hat sich nicht bewährt, indem die Brunnen in Ermanglung eines festen Widerlagers an der Bewegung des Bodens Theil nehmen mussten. Es ist dann die Methode der Drainirung durch Längen- und Quercanäle und der Anlage von Contrebanketten in folgender Weise zur Anwendung gebracht. Zuerst hat man am Fusse der Abrutschung Quergräben bis nach der ursprünglichen Dammböschung vorgetrieben. Von diesem Punkte aus ist dann parallel der Bahnrichtung ein Graben ausgehoben, an der Sohle mit Drainröhren belegt, dann mit trockenen Steinen ausgefüllt und an den Seiten sowohl wie oben mit Strohmatten umschlossen, um das Eindringen des Bodens zu verhindern. Zuletzt hat man am Fusse der Rutschung ein Contrebankett hergestellt, dazu theils den abgerutschten Boden, theils trockenen Boden verwandt, beide gehörig umgearbeitet, in dünnen schwach geneigten Lagen aufgebracht und gestampft. An manchen Punkten zeigte sich der Auftrag hierdurch noch nicht ganz gehörig consolidirt und wenngleich das untere Bankett fest blieb, so waren geringe Bewegungen an dem oberen Theile der Böschung erkennbar. An solchen Stellen hat man eine zweite Rigole, ganz ähnlich der ersten, und nach dieser entwässernd angelegt, dadurch den Damm vollständig gesichert (Fig. 19, Tafel IV).

Selbstverständlich müssen die Längencanäle ein ausreichendes Gefälle erhalten nach den Stellen, von welchen das Wasser durch Querdrains nach dem Auslauf der Böschungen geführt wird. Vergl. Goschler I. Bd. p. 53.

Ein interessanter Fall einer ganz plötzlich erfolgten Dammrutschung ist an der Lübeck-

§ 9. Entwässerung des Planums. — Die Nachtheile einer mangelhaften Entwässerung des Planums äussern sich dadurch, dass das durchlässige schwere Bettungsmaterial in den vom Wasser durchweichten Boden des Erdkörpers allmählich einsinkt und letzterer nach oben tritt, so dass die Schwellen bald ihr festes Auflager verlieren, und dass das Tagewasser, welches naturgemäss nach den Vertiefungen des Schwellenbettes sich hinzieht, nicht mehr entweichen kann. Durch das hammerartige Arbeiten der Schwellen unter der Last der Eisenbahnzüge wird dieser Vorgang wesentlich beschleunigt; es bilden sich Wassersäcke, das Wasser spült den Boden aus, führt Schlamm zurück und es entsteht dadurch ein Zustand, welcher die Unterhaltung der Bahn äusserst schwierig, wenn nicht unmöglich macht. Dazu kommt noch im Winter die Wirkung des Frostes, der für den Betrieb die genugsam bekannten Unzuträglichkeiten herbeiführt, indem der Boden auffriert und das Gleis aus seiner Lage kommt.

Alle diese Uebelstände, die vorzugsweise bei den Einschnitten auftreten, sind ähnlich denen, welche durch eine mangelhafte Beschaffenheit des Bettungsmaterials selbst entstehen.

Da in dem VIII. Capitel die Bettung des Oberbaues weiter behandelt werden wird, haben wir uns hier nur mit den Mitteln zu beschäftigen, welche auf eine ungehinderte Ableitung des Wassers von der Unterfläche des Bettungskörpers gerichtet sind.

In vielen Fällen wird dieser Zweck der Entwässerung schon dadurch erreicht, dass man dem Planum des Erdkörpers von der Mitte aus ein Gefälle nach den Seiten giebt, häufig aber wird es auch erforderlich werden, mehr oder weniger ausgedehnte Drainirungsanlagen auszuführen. Stets wird dabei die Beschaffenheit des Erdmaterials, namentlich in Bezug auf die Durchlässigkeit und Auflösbarkeit durch Wasser, in Betracht gezogen werden müssen.

Die Technischen Vereinbarungen der D. E. V. besagen über die hier auftretenden Fragen Folgendes:

Hamburger Bahn, etwa $1^1/_2$ Jahr nach Eröffnung des Betriebes vorgekommen, nach einem mehrere Tage anhaltenden sehr heftigen Regenfalle und wahrscheinlich verursacht durch eine vorangegangene allmähliche Durchweichung des Dammbodens durch Quellwasser. Die Bahn überschreitet zwischen Oldesloe und Bargteheide in schräger Richtung (vergl. Fig. 20, Tafel IV) die Schlucht der Rohlfshagener Mühlenaue in einer Länge von etwa 200^m und in einer Höhe an der tiefsten Stelle von etwa 15^m. Der Bach ist mit einer Brücke von 2 Oeffnungen überbaut. In der uns über diesen Fall von dem Erbauer zugegangenen Mittheilung heisst es:

»Die Schüttung von *A* bis zur Brücke hat sich während des Baues und nachher bis 1867 sehr gut gehalten. Zur Schüttung wurde der aus dem vorhergehenden Einschnitt gewonnene schwere braune Thonboden verwendet. Die am 5. Febr. 1867 Abends 9 Uhr plötzlich und ohne jede vorhergehende Senkung oder seitliche Verschiebung eingetretene Rutschung liess an der Dammkrone nur einen 3 Fuss breiten Streifen stehen. Die Versenkung betrug unter dem Gleise in einer Länge von ca. 10 Rth. (38^m) 8 bis 10 Fuss ($2^m,5$ bis 3^m) und wurde die Dammerde bis zu 18 Rth. (68^m) seitwärts in das Thal verschoben. Der Damm wurde durch Sandschüttung wieder hergestellt und bei *a* ein etwa 20 Fuss tiefer Brunnen gesenkt, welcher eine quellige Schicht erreichte, deren Wasser durch Thonröhrenleitung dem Bach zugeführt worden ist. Seitdem hat sich irgend eine neue Sackung oder Verschiebung hier nicht gezeigt.

Auf der anderen Seite der Schlucht dagegen hatte die seitliche Abrutschung des aus gleichem Boden geschütteten Dammes bereits während der Bauzeit begonnen. Es wurden ausgedehnte Drainirungen theils durch Faschinen, theils durch Rohre am Fusse des Dammes angelegt und Abzweigungen in diesen hineingetrieben. Bis jetzt haben diese Arbeiten jedoch gar keinen Erfolg gezeigt, vielmehr sind hier noch in jedem Winter weitergehende Rutschungen eingetreten, so dass der Fuss des Dammes jetzt ungefähr die im Plane angegebene Grundform angenommen hat.«

»§ 9. Das Planum ist dergestalt trocken zu legen, dass das tiefste Eindringen des Frostes in die Erde nicht den höchsten Stand des Grundwassers erreicht.

Die Sohle des Bettungsmaterials muss unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung nach den Seiten des Planums erhalten.

Wünschenswerth ist es, die Aussenbankette ganz aus durchlassendem Material zu bilden.

§ 10. Das Bettungsmaterial soll, sowohl unter den Schwellen, als unter den Steinunterlagen, wenigstens 200^{mm} stark sein.

Dasselbe soll eine solche Beschaffenheit haben, dass es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.«

Bekanntlich befolgt man beim Aufbringen des Bettungskörpers zwei verschiedene Methoden, indem man ihn entweder als freistehenden Körper über dem Planum herstellt oder indem man in dem Bahnkörper Gräben, sogenannte Koffer, etwas breiter, als die Schwellen lang sind, aushebt und mit Bettungsmaterial ausfüllt. Es braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass erstere Methode, insbesondere bei fetten Bodenarten, den Vorzug vor letzterer verdient.

Sie gestattet eine bessere Entwässerung des Gleises nach der Seite hin und bei den Reparaturen des Gleises, namentlich beim Unterstopfen der Schwellen, wird eine schädliche Vermischung des Bettungsmaterials mit undurchlässigem Boden, die bei letzterer Methode leicht vorkommt, vermieden. Die Methode mittelst Koffer findet daher selten und nur da Anwendung, wo man an Bettungsmaterial sparen will.

Wird das Kiesbett als freistehender Körper auf dem Erdkörper hergestellt, so giebt man der Oberfläche des letzteren gewöhnlich eine Ueberhöhung von etwa 0^{m},1 bis 0^{m},2, und um bei thonigem Boden den Abzug des Wassers nach der Seite zu befördern, empfiehlt es sich, die Oberfläche, nachdem sie gehörig regulirt, durch Stampfen und Schlagen noch zu dichten. Zur weiteren Vorsicht werden hier mitunter auch Querdrains mit starkem Gefälle (etwa $^1/_{10}$) von der Mitte der Bahn nach den Seiten angeordnet.

Bei der Herstellung des Bettungskoffers sücht man die Entwässerung nach der Seite dadurch zu bewerkstelligen, dass man das Bankett in Entfernungen, wie sie durch die Bedürfnisse geboten werden, durchschneidet und dann Querdrains oder Rigolen einlegt. Auf Dämmen ist dieses Verfahren meistens ausreichend, indem der durch die Schüttung aufgelockerte Boden auch eine gewisse Durchlässigkeit behält. In Einschnitten durch thonigen Boden dagegen genügt es selten. Das Wasser muss zu lange Wege durchlaufen, ehe es in die Drains gelangt, das Gefälle ist meist unzureichend, der Boden bleibt daher durchnässt und friert im Winter auf. Oft hat man auch die Beobachtung gemacht, dass die Sohle des Kiesbettes unter den Querschwellen durch das Nachstopfen und die Last der Züge sich muldenartig vertiefe und im Längenschnitte eine wellenförmige Linie bilde. Wenn dann undurchlässiger Boden unter dem Kiese liegt, so bleibt das Wasser in den Mulden stehen.

Eine wirksame Entwässerung kann bei dem Koffersystem deshalb nur durch eine Drainirung in der Längenrichtung der Bahn, unter Umständen in Verbindung mit Querdrains, erreicht werden.

Ueber die in solchen Fällen angewendeten verschiedenen Verfahren geben wir folgende Beispiele.

Auf der Friedrich-Franz-Bahn in Mecklenburg, wo der erforderliche Kies in dem durchgehends sehr schweren Boden nur spärlich zu beschaffen und man deshalb gezwungen gewesen ist, den Bettungskoffer zu bilden, hat man in den thonigen Einschnitten bei doppelgleisigem Planum die Entwässerung auf die in Fig. 18, Tafel III

skizzirte Weise bewirkt. Hier ist die Drainleitung in Kies gebettet, in der Mittellinie der Bahn angeordnet. Die Sohle des Koffers hat nach der Entwässerungsanlage etwas Gefälle, der Regel nach liegt unter den Schwellen im Mittel 7 Zoll (0^m,185) Kies. Um an Material zu sparen, ist der Theil zwischen den beiden Gleisen (bei x) mit nicht kiesigem Boden ausgefüllt.

Bei eingleisigem Planum ist die Entwässerung der Bettung nach Fig. 22 auf Tafel IV angeordnet.

Die Drains liegen, von der Bahnkrone gemessen, mindestens 3′ (0^m,94) tief. Sie haben ein Längengefälle bis nach dem Auslauf des Einschnittes, wo sie dann seitwärts herausgeführt sind und wo ein vorgesteckter Holzkasten mit Lederklappe sie vor Frost schützt. Bei sehr nassen Einschnitten sind ausserdem Drainröhren unter der Grabensohle angeordnet, in Kies gebettet und je nach Erforderniss an einer Seite des Planums oder an beiden.

In den Aufträgen sind derartige Paralleldrainirungen nicht gemacht, da in Folge der Sackungen des Bahnkörpers die Drainröhren leicht ihre Lage verändern und sich schädliche Wasserbeutel bilden würden. Dagegen sind unter der Sohle der Bettung Querdrains angelegt, welche guten Nutzen schaffen. Wenn der Dammkörper gehörig consolidirt ist, wird man eventuell mit Paralleldrains nachhelfen können. Die beschriebenen Anlagen sollen sich vollkommen bewährt haben.

Herr Plathner empfiehlt die Entwässerung Fig. 16 auf Tafel III.[20]) Unter der Entwässerung ist ein Graben von etwa 1 □Fuss Querschnitt ausgehoben, in diesen Graben, der gleichfalls mit Kies ausgefüllt, ist die Drainröhre gelegt, von der sich in je 20 Ruthen (75^m) Entfernung nach dem Einschnittsgraben Seitenröhren abzweigen, um das angesammelte Wasser abzuführen. Der für die Drainröhren vertiefte Graben soll einmal die Drainröhre vor dem Stossen beim Nachstopfen und gegen den Druck der Fahrzeuge schützen; ferner soll er die unter der Sohle der Bettung durch das Nachstopfen und die Last der Fahrzeuge sich bildenden Vertiefungen entwässern.

Auf der französischen Ostbahn[21]) hat man an einer Stelle die Entwässerung des Planums durch zwei Längenrigolen unter den Enden der Schwellen und durch Querrigolen hergestellt, welche in Entfernungen von 3 bis 6^m das Wasser den Seitengräben zuführen (vergl. Fig. 17 auf Tafel III). Die Längenrigolen haben eine Tiefe von 0^m,15 bis 0^m,20; letztere an den Schnittpunkten mit den Querrigolen. Sie sind sämmtlich auf eine Höhe von 0^m,12 bis 0^m,15 mit Kies gefüllt, dann mit Moos bedeckt und darüber liegt das Bettungsmaterial. Die Kosten der Rigolen haben pro laufenden Meter 0,64 Frc. betragen.

Auf derselben Bahn hat man die Entwässerung des Planums bei Dämmen in folgender Weise vorgenommen. An der Aussenseite der Querschwellen sind 2 Längenrigolen von ungefähr 1^m bis 1^m,50 Tiefe mit dem nöthigen Gefälle ausgehoben; in diese ist ein aus getheerten Bohlen gebildeter Trog eingelegt, dann sind die Rigolen mit Steinbrocken ausgefüllt und das Ganze ist erst mit einer Lage Stroh, darauf mit Ballast bedeckt. — Von den tieferen Punkten der Längenrigolen führen Querdrains, die ähnlich wie die Längenrigolen hergestellt sind, das Wasser an die Oberfläche der Böschungen (Fig. 18).

Eine sorgfältige Ueberwachung dieser Anlagen ist erforderlich, weil durch das Sacken der Dämme leicht eine Veränderung in dem Gefälle der Rigolen und damit

---

[20]) Vergl. Erbkam's Bauzeitung 1856, p. 427.

[21]) Vergl. Goschler, »Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer«.

eine Ansammlung von Wasser an einzelnen Punkten entsteht. Die Methode ist übrigens sehr kostspielig und noch nicht lange genug in Gebrauch, um ihren Erfolg mit Sicherheit beurtheilen zu können.

Die in den vorliegenden Beispielen angeführten Entwässerungsmethoden können selbstverständlich sowohl bei dem sogenannten Bettungskoffer als auch bei dem freiliegenden Bettungskörper Anwendung finden.

Die Beschaffenheit des Bodens und andere örtliche Verhältnisse werden in jedem besonderen Falle darüber entscheiden müssen, ob die Entwässerung sich mehr auf die Oberfläche des Planums beschränken muss, oder ob sie auf eine grössere Tiefe auszudehnen ist, ob also mit verhältnissmässig flachen Rigolen gearbeitet werden muss oder mit tiefer liegenden Drainröhren. Im Allgemeinen hat man bei thonigen Einschnitten mit letzterer Methode sehr günstige Resultate erzielt. Die Anlage des Drains verursacht durchschnittlich keine sehr grossen Kosten und mit Sorgfalt ausgeführt erfordert sie fast gar keine Reparaturen.

Fig. 18.



Die Weite der Röhren richtet sich natürlich nach dem Wasserquantum, welches sie fortzuführen haben; enger als $0^m,05$ (2 Zoll) pflegt man sie indess nicht zu nehmen. Das Minimalgefälle kann man zu $0^m,002$ ($^1/_{500}$) annehmen.

Zwecks wirksamer Planumsentwässerung wird man also hauptsächlich Bedacht zu nehmen haben auf genügende Tiefe und ausreichendes Gefälle der Einschnittsgräben, auf Seitenentwässerung des Kiesbettes in seiner ganzen Länge und auf Anwendung der Drainage.

§ 10. Besamung der Böschungen, Rasenbekleidung, Bepflanzung. — Um die Böschungen der Auf- und Abträge gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und des Regenwassers zu schützen, hat man folgende Mittel:

Erzeugung einer Grasnarbe durch Besamung oder Rasenbekleidung,
Bepflanzung,
Pflasterung und Steinpackung.

Ueber die verschiedenen Anwendungen, welche man von Pflasterungen und Steinpackungen bei Eisenbahnen macht, ist bereits in den früheren §§ die Rede gewesen; es bleibt uns deshalb nur noch übrig von den erstgenannten beiden Mitteln zu sprechen.

Besamung. Soll die Besamung gedeihen, so ist vor Allem erforderlich, dass an den Böschungsflächen eine Schicht fruchtbarer Erde vorhanden sei. Werden die Einschnitte nicht tiefer ausgehoben, als der fruchtbare Boden ansteht, oder werden Dämme in ihren äusseren Lagen von solchem Material geschüttet, so bedarf es eines besonderen Ueberzuges weiter nicht. Wo aber das Material der Böschungen aus todtem Boden besteht, muss zuvörderst eine Schicht Muttererde aufgebracht werden und dies geschieht zweckmässig auch da, wo an sich unfruchtbare Bodenarten, wie Mergel, erst wenn sie längere Zeit den Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt sind, in tragbare Erde sich verwandeln.

Das Material zu diesen Bekleidungen, welches in den meisten Fällen an Ort und Stelle sich findet und bei Beginn der Erdarbeiten abgedeckt und zur Seite abgelagert wird, bringt man nachher in Lagen von etwa $0^m,15$ bis $0^m,25$ Stärke je nach örtlichen Verhältnissen und nach dem zur Verfügung stehenden Quantum auf die Böschungen.

Je flacher letztere angelegt und je gleichartiger das Material derselben mit der Bekleidung ist, desto inniger wird die Verbindung. Bei zu steiler Lage der Böschungen und bei thonigem Boden rutscht die Bekleidung leicht ab. Deshalb empfiehlt es sich hier, durch kleine in den Thonboden eingeschnittene Terrassen, wie in § 3 weiter ausgeführt, oder auf andere Weise die Reibung zu vergrössern.

Das Aufbringen des Mutterbodens geschieht am besten bei feuchter Witterung, weil dann eine festere Verbindung des Materials in sich und mit den Wänden des Erdkörpers erlangt wird.

Nach der gleichförmigen Planirung und Theilung werden die Flächen mit besonders dazu eingerichteten Schlägeln festgestampft, worauf dann die Besamung erfolgt.

»Eine feste Benarbung wird nach Henz vorzugsweise durch Gras und kurze Kleearten (Steinklee) erzeugt; da aber in den verschiedenen Bodenarten, bei Lage der Böschungen nach verschiedenen Himmelsgegenden und nach dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes nicht alle Pflanzen gleich gut fortkommen, so pflegt man verschiedene Samenarten mit einander vermischt aufzubringen. Die dem Boden und der Lage entsprechendsten Pflanzen erlangen dann bald das Uebergewicht und verdrängen die anderen schwächeren grösstentheils.

»Auf den Morgen (180 □Ruthen = 2553 □Meter) kommen durchschnittlich 20 Pfund Samen und ist bei folgender Mischung ein sehr guter Rasen erzeugt worden:

28 Theile Thimotengrassamen
27 - Reigrassamen
15 - gelber Kleesamen
15 - weisser do.
15 - Luzernsamen.[22])

»Die beiden Grassamenarten werden, da sie sehr leicht sind, unter sich gemischt und besonders gesäet und dann erst wird der gemischte Samen der übrigen Futterkräuter eingebracht.

»Die Böschungen bedürfen zur Aufnahme des Samens keiner anderen Vorbereitung, als dass mit eisernen Harken schmale horizontale Furchen eingeritzt werden, welche den Samen aufnehmen, sein Herunterspülen durch den Regen und das Verwehen desselben durch den Wind verhindern. Die Besamung muss, um so bald als möglich eine Grasnarbe zu erlangen, gleich nach Regulirung der Böschungen und ohne besondere Rücksicht auf die Jahreszeit (am besten jedoch im Frühjahr) vorgenommen werden. Die Möglichkeit einer zeitigen Begrünung ist schon des wenig kostspieligen Versuches werth, selbst wenn eine spätere Wiederholung nicht unwahrscheinlich ist.

»Wenn immer möglich, sucht man zu diesen Besamungen feuchte Witterung zu benutzen, bei welcher der Samen besser auf den Böschungen haftet, schneller aufgeht und kräftigere Pflanzen erzeugt. Besamungen, welche im heissen Sommer angelegt werden, vertrocknen leicht und erzeugen keine Narbe. Verschiedentlich ist es jedoch gelungen, dieselbe zu erhalten, indem gleichzeitig Hafer mit ausgesäet wurde, der immer schnell aufgeht und unter dessen Schatten die schwachen Gras- und Kleepflanzen sich entwickeln können, ohne von der Sonne zu leiden.«

Wenn den Böschungen Consistenz fehlt und die erwähnten Grassamen nicht gedeihen können, wendet man mitunter Quecken an, die fast unter allen Umständen fortkommen und deren Wurzeln bis etwa 1^m Tiefe den Boden durchdringen.

---

[22]) Bei der Great-Western-Bahn in England war vorgeschrieben, auf 1 acre (= 1,58 Preuss. Morgen = 0,4 Hectaren) nicht weniger als 14 Pfund (6,35 Kilogramm) Kleesamen und 1 Bushel (= 0,66 Preuss. Scheffel = 36 Liter) Reigrassamen zu säen.

Rasenbekleidung.

Die Bekleidung der Böschungen mit Rasen geschieht hauptsächlich, um schneller eine dichte Grasnarbe zu erhalten, als sie durch Besamung gebildet werden kann. Sie wird besonders an den Stellen angewandt, die der Beschädigung durch Wasser am meisten ausgesetzt sind; daher bei Grabenböschungen, Wasserrinnen, bei Uferdeckungen und bei Dammböschungen, die vom Hochwasser bespült werden. Die Rasen werden mit besonders zu diesem Zwecke vorgerichteten Messern und Schaufeln in regelmässigen Quadraten von $0^m,25$ bis $0^m,4$ Seite oder in Streifen geschnitten und in Stärken von etwa $0^m,07$ bis $0^m,1$ abgelöst. Es ist wichtig, dass sie nicht zu lange hernach, nachdem sie gestochen, zur Verwendung kommen. Müssen sie aufbewahrt werden, so setzt man sie in Haufen auf und schützt sie bei trockenem Wetter durch Begiessen. Bleiben sie aber sehr lange aufgehäuft, so wachsen sie zusammen und zerbröckeln, wenn sie nachher auseinander gerissen werden, oder sie verstocken. Am besten sind die frisch gestochenen Rasen mit dichtem Graswuchs, feinen und kurzen Halmen.

Man unterscheidet die Bekleidung mit Deckrasen und mit Kopfrasen.

Bei ersterer Art werden die einzelnen Stücke mit horizontalen Längenfugen und im Verband regelmässig auf die Böschung gelegt, die Wurzelseite nach unten gekehrt und mit etwa $0^m,30$ langen Pflöcken angenagelt. Bestehen die Böschungen aus einem trockenen Sande oder aus steinigen Materialien, welche die Feuchtigkeit durchlassen, so wächst der Rasen nicht leicht mit dem Untergrunde zusammen und vertrocknet bei anhaltender Dürre. Deshalb ist es hier nöthig, zuerst eine dünne Schicht urbarer Erde aufzubringen und in diese den Rasen zu legen.

Kopfrasen werden in horizontalen Lagen mit wechselnden Fugen, die Wurzelseite nach oben gekehrt, so auf einander gepackt, dass ihre äusseren Kanten die Böschung bilden. Häufig treibt man in jeder Schicht auch einzelne Pflöcke ein. Nachher wird die ganze Oberfläche durch Abstechen mit scharfen Spaten planirt.

Die Bekleidung mit Kopfrasen ist wegen des grösseren Bedarfs an Rasen theurer als die erste Art, gewährt aber mehr Festigkeit und gestattet eine steilere Böschung. Sie eignet sich deshalb auch zur Bildung der Böschungskegel bei kleineren Kunstbauten und findet eine Hauptanwendung bei der Reparatur abgerutschter Böschungen.[23]

Häufig combinirt man die Bekleidung der Böschungen durch Rasen mit der im Eingange dieses § angeführten Bekleidungsart durch Besamung derart, dass man die Rasen streifenweise auf den Böschungen befestigt, in sich kreuzenden Linien, horizontal und vertical oder schräg und dass man die so gebildeten Felder mit Muttererde ausfüllt und nachher besäet.

Auch die Rasenarbeiten werden am besten bei feuchter Witterung ausgeführt; müssen sie bei trockenem Wetter vorgenommen werden, so wird das Begiessen erforderlich. Von Wichtigkeit ist ferner eine rechtzeitige Ausbesserung aller Mängel und Beschädigungen, welche sich bei den bekleideten Böschungen zeigen.

---

[23] Auf der Bahn von St. Germain des Fosses nach Roanne hat man in thonigem Sande, wo der Regen die Böschungen in ungewöhnlicher Weise ausspülte, parallel mit der Kante des Einschnittes in 2 Meter Entfernung Streifen Kopfrasen, die $0^m,30$ tief eingriffen, gelegt, in je 5 Meter Entfernung normal dagegen ähnliche Streifen und in die so gebildeten Rahmen platte Rasen; ausserdem führten fischschwanzförmig angeordnete Drainzüge das Wasser in von 10 zu 10 Meter angebrachte Rasenrinnen. Diese Bekleidung sitzt gehörig fest und die Kosten für alle zugehörigen Arbeiten, Drainage und Rasenrinnen haben nicht über 1 Franc pro □Meter Oberfläche betragen. — Vergl.: »Annales des ponts et chaussées 1859«. Auch: Zeitschrift des Hannoverschen Archit.- und Ingen.-Vereins. 1864«.

Bepflanzungen.

Ueber die Zweckmässigkeit des Bepflanzens der Böschungen mit Bäumen oder Sträuchern herrschen unter den Ingenieuren verschiedene Ansichten. In Frankreich werden die Pflanzungen sehr viel angewandt, seltener in Deutschland und am wenigsten in England. Man ist hier dagegen, weil man annimmt, dass die Befestigung der Böschungen vorzugsweise den Zweck habe, dieselben trocken zu halten, während Holzwuchs das Gegentheil bewirkt, der Lüftung hinderlich ist, Nebel und Regen anzieht oder aufhält und dadurch dem Wasser das Eindringen in den Boden erleichtert. Offenbar müssen bei Beurtheilung des Werthes oder Unwerthes solcher Anlagen die klimatischen Verhältnisse berücksichtigt werden und es ist leicht erklärlich, wie bei dem feuchten Klima in England Pflanzungen sich nachtheilig zeigen können, während sie bei einem trockneren und wärmeren Klima, wie in Frankreich, die günstigsten Resultate liefern.

Oft machen die Beschaffenheit des Untergrundes und die Wirkung der Sonnenstrahlen die Erzeugung einer Grasnarbe unmöglich, wo durch Bepflanzung der Böschungen mit zweckmässig gewählten Baum- und Straucharten eine gute Befestigung erreicht wird, indem die Wurzeln tief genug eindringen, um nicht ausgetrocknet zu werden, und unter der Oberfläche ein festes Geflecht bilden.

Baumarten, die im trockenen Terrain angewendet werden, sind: Akazien, Birken, Ahorn, Eschen, Fichten und einzelne Obstbaumarten,

in feuchtem Terrain: Weiden, Erlen, Hainbuchen, Ulmen.[24])

Sie werden gewöhnlich in Reihen gepflanzt, hin und wieder auch gesäet.

Auf der Friedrich-Franz-Bahn in Mecklenburg hat man die frischen Dammböschungen vorzugsweise mit Weidenstecklingen bepflanzt und ist man dort mit den Erfolgen sehr zufrieden.[25])

Ueber Weidenpflanzungen zum Schutz der Böschungen gegen den Wasserangriff ist früher (§ 7) gesprochen.

Weidenpflanzungen finden auch eine häufige Anwendung in Ausschachtungen, die bis auf den Grundwasserstand geführt werden. Um diese Flächen wieder zu cultiviren, werden gewöhnlich Parallelgräben ausgehoben, mit dem Material kleine Dämme gebildet und diese bepflanzt.

---

24) Specielleres über die namentlich in Frankreich üblichen Verfahrungsarten bei Herstellung von Pflanzungen findet sich in

Goschler, »Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer«. 1. Theil.
du Breuil, »Manuel d'arboriculture des ingenieurs«.

25) Bei diesen Pflanzungen ist Folgendes beobachtet worden:

1. Die Stecklinge müssen mindestens 24 Zoll ($0^m,63$) lang, $1/2$ Zoll ($0^m,013$) dick sein.

2. Sie werden 18 Zoll ($0^m,47$) tief eingesetzt und in Entfernungen von 18 Zoll; vor dem Einsetzen dürfen sie nicht trocken werden.

3. Das Einsetzen geschieht mittelst eines Pflanzeneisens, damit die Rinde nicht beschädigt wird, was beim Einstecken der Stecklinge, ohne vorher ein Loch gebildet zu haben, geschehen würde.

4. Das Einsetzen muss im Frühjahr geschehen und eignen sich nur frische Dämme dazu. In bereits consolidirten Dämmen kann die Wurzel nicht gedeihen und ist das Besetzen solcher Böschungen erfahrungsmässig ohne allen Nutzen. Dagegen haben sich bei richtigem Verfahren schon nach 2 Jahren sehr lange Wurzeln gefunden, der Wurzelstock wird kräftig und die Weide gedeiht gut. Sie bildet ein festes Wurzelgeflecht unter der Böschung.

Literatur.

*Henz, »Practische Anleitung zum Erdbau«. 3. Aufl. bearb. von Streckert. Berlin 1874.

Etzel, »Oesterreichische Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt in den Jahren 1857—67 unter Leitung von Carl v. Etzel«.

Etzel, »Instructionen über die Bauausführung der Brennerbahn«.

Plessner, »Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen«.

Becker, »Allgemeine Baukunde des Ingenieurs«.

Winkler, »Vorträge über Eisenbahnbau (Unterbau)«.

*Goschler, »Traité pratique le l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer«. 1. Theil.

Perdonnet, »Traité élémentaire des chemins de fer«.

du Breuil, »Manuel d'arboriculture des ingenieurs«.

Brees, »Railway practice«.

Ueber Herstellung der Eisenbahndämme in Moorboden auf der Bahn von Nantes nach Brest:
»Annales des ponts et chaussées 1864«.
»Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1865«.
»Zeitschrift des Hannov. Architecten- und Ingenieur-Vereins 1865«.

Schmidt, Ueber desgl. auf der Bremen-Geeste-Bahn: »Zeitschrift des Hannoverschen Arch.- und Ing.-Vereins 1864«.

Ueber Herstellung des Dammes der schiefen Ebene bei Kulmbach:
»Förster's Bauzeitung 1851«.

Hoffmann, Ueber Herstellung des Dammes der Lübeck-Büchener Eisenbahn durch den Möllner See:
»Erbkam's Zeitschrift f. B. 1852, p. 58«.
»Heusinger v. W. Organ 1852, p. 55 und 56«.
»Polyt. Centralblatt 1853, p. 94«.

Fries, Der Eisenbahndamm durch den Bodensee bei Lindau:
»Förster's Bauzeitung 1855, p. 188«.
»Heusinger v. W. Organ 1855, p. 138«.

Plathner, Ueber Entwässerung des Bahnplanums:
»Erbkam's Zeitschrift f. B. 1856, p. 427«.
»Heusinger v. W. Organ 1856, p. 54—58«.

Ueber Bekleidung der Böschungen auf der Bahn von St. Germain des Fosses nach Roanne:
»Annales des ponts et chaussées 1859«.
»Zeitschrift des Arch. und Ing.-Vereins für Hannover 1864«.

Ueber Bestimmung der Neigung von Böschungen für Ausgrabungen. Annales des ponts et ch. 1850. 1. Sem. Heusinger v. W. Organ 1853, p. 97.

Dünkelberg, Dr., Die Drainage in ihrer Anwendung auf Eisenbahnbau. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnw. 1844, p. 13.

Eickenmeyer, Die Anwendung der Drainagen gegen Erdrutschungen an Eisenbahnböschungen. Eisenbahnzeit. 1853, Nr. 51. Polyt. Centralbl. 1854, p. 181.

Ueber die Gestalt der Böschungen. Förster's allg. Bauzeit. 1852, p. 25. 26.

Hutton-Gregory, Ch., Ueber Erdeinstürze bei Eisenbahnbauten. Förster's Bauzeit. 1845, p. 242—60, nach Instit. of Civ.-Eng.

Leblanc, Ueber Erdböschungen. Crelle's Journal f. d. Baukunst, Bd. 21, p. 61—65 und Polyt. Centralbl. 1845, 5. Bd. p. 174—178. Hartmann's Eisenbahnzeitg. 1845, p. 170—171.

Plessner, F., Ueber ausgeführte Entwässerung und Meliorationen bei Eisenbahnen. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnw. 1854, p. 63.

Zeller, Das Erdrutschen an Eisenbahnböschungen und die Anwendung der Drainage dagegen. Eisenbahnzeitg. 1853, p. 201.

Lucas, Dr., Die Bepflanzung der Eisenbahndämme und Böschungen mit Obstbäumen und nutzbringenden Gehölzarten. 2. Aufl. Ravensburg 1870.

Bolte, Die Rutschungen an der Bebra-Hanauer Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. f. B. 1871.

*Lorenz, Alfr., Entwässerungs- und Bauarbeiten bei Eisenbahnbauten in Rutschterrain. Mit 4 lithogr. Tafeln. Zürich 1876.

Petzold, C. J., Die Anpflanzung von Obstbäumen und Sträuchern an Eisenbahnen und Chausséen sowie die Pflege und Unterhaltung derselben. Dresden 1869.

IV. Capitel.

Material und Fabrikation der Schienen. Probiren und Abnahme der Schienen.

Bearbeitet von

Rud. Paulus,
Oberingenieur.

(Hierzu Tafel V bis XI.)

Allgemeines.

§ 1. Ueber die Umwandlung der Eisenerze in Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl. — Das Material, aus welchem die Eisenbahnschienen bestehen, ist entweder Schmiedeeisen, oder Stahl, oder es sind beide Materialien vereinigt.

Um die Eigenschaften dieser Materialien, welche die vielseitigste Anwendung beim Eisenbahnwesen finden, gründlich beurtheilen zu können, ist ein genaues Studium der Eisenhüttenkunde wohl dringend zu empfehlen; doch kann dieses Studium nicht jedem Eisenbahn-Techniker unbedingt auferlegt werden.

Es soll deshalb im Nachstehenden das Nöthigste, welches zur Beurtheilung der Eigenschaften dieser Materialien dient, einen Platz finden.

Eisen und Stahl kommen in der Natur nicht in dem Zustande vor, in welchem sie zu den verschiedenen Zwecken verwendet werden können, sondern der Grundstoff für diese Metalle kommt als eine chemische Verbindung von Eisen mit Sauerstoff, oder mit Säuren und andern oxydirten Körpern, welche die Stelle der Säuren vertreten, vor, und ist ausserdem noch mit verschiedenen erdigen Substanzen vermischt.

Derartige, auf der ganzen Erde reichlich verbreitete, Mineralien, welche so viel Eisen enthalten und von solcher Zusammensetzung sind, dass ihr Eisengehalt vortheilhaft im Grossen ausgeschieden werden kann, nennt man Eisenerze oder Eisensteine.

Das Aussehen der Eisenerze gleicht gewöhnlich einem mit erdigen Bestandtheilen vermischten Rost (Eisenoxyd in seinen verschiedenen Oxydationsstufen). Die Eisenerze zeigen aber auch oft bei ihrem Ausbringen aus der Erde einen metallischen Glanz, ohne dass aber bei diesem Aussehen der Eisengehalt in einem andern Zustande, als in dem des Oxydes sich befindet.

Man nimmt an, dass das aus den Eisenerzen, wahrscheinlich durch zufällige Einwirkung von Feuer und Luft, ausgeschiedene stahlartige Eisen schon 3000 Jahre vor Chr. bekannt war, ohne dass aber diese Entdeckung zu jener Zeit schon nutzbar gemacht werden konnte. Es scheint, dass erst einige Jahrhunderte vor Chr. die Verwendung des Eisens eine nennenswerthe geworden ist, nachdem in dessen Bearbeitung Fortschritte gemacht wurden. Diese Bearbeitung beschränkte sich aber auf das Schmieden, und nur dasjenige Product, welches diesem Processe unterworfen werden konnte, fand Verwendung, während das Zwischenproduct zwischen dem Eisenerze und dem schmiedbaren Eisen, das Roheisen oder Gusseisen, erst im 12. oder 13. Jahrhundert zur Anwendung gekommen ist und wahrscheinlich früher als eine unbrauchbare Substanz, welche die Production des schmiedbaren Eisens beeinträchtigt, auf die Seite geworfen wurde.

Obgleich nun die ursprüngliche Art der Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl direct aus den Eisenerzen auch bis auf die neueste Zeit einen Gegenstand der Eisenhüttenkunde bildet, so wird doch weitaus überwiegend die Eisenproduction in zwei Hauptoperationen getheilt und zwar:

a. in die Herstellung von Roheisen oder Gusseisen aus den Eisensteinen;

b. in die Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl aus dem Roheisen oder Gusseisen.

Auch wir theilen unsere Besprechung in diese zwei Hauptheile und werden dabei Gelegenheit finden, der Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl direct aus den Eisenerzen einige Worte zu widmen.

a. Herstellung von Roheisen oder Gusseisen aus den Eisenerzen.

Von den vielfachen Verbindungen des Eisens mit andern Substanzen sind es nur die Sauerstoffverbindungen, welche, wenn sie 25 % bis 70 % Eisengehalt haben, im Grossen mit Nutzen zur Eisenproduction verwendet werden können. Von diesen Sauerstoffverbindungen mit ihren verschiedenen Beimengungen gehen manche fast unmerklich in einander über, und die Verschiedenheit der Benennungen dieser Eisenerze hängt häufig nur von dem Mehr oder Weniger einer Beimengung ab.

Die wichtigsten Gattungen sind folgende:

1. Magneteisenstein. Derselbe wird im rohen Zustande von dem Magnet angezogen und kommt im Urgebirge, vorzugsweise in Schweden, vor. Das berühmte schwedische Eisen wird aus ihm dargestellt. Er ist besonders mit Quarz, Granat, Hornblende, Kalkspath, Schwerspath und Flussspath etc. und fast immer mit Schwefelkies gemengt. Auch Blende, Bleiglanz und Arsenikkies sind oft seine Begleiter.

2. Rotheisenstein. Auch Eisenoxyd genannt. In Krystallform und mit Metallglanz heisst das Erz Eisenglanz. Mit Thon gemischt heisst es rother Thoneisenstein. Der Rotheisenstein ist ein Hauptbestandtheil der grossen erzführenden Gangformation und ist die Substanz, welche die Gebirgsformationen roth färbt. Er ist zuweilen mit den andern Erzen und mit Quarz, Feldspath, Schwerspath und mit andern kiesel- und thonhaltigen Materialien, seltener mit Schwefelkies, gemengt und giebt ein sehr gutes Eisen.

3. Spatheisenstein. Er besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Eisenoxydul und ist mit kohlensaurem Manganoxydul und kohlensauren Erden vermengt. Gemengt mit Thon heisst er Thoneisenstein oder Sphärosiderit, gemengt mit Thon und Kohle Kohleneisenstein. Der Spatheisenstein ist gleichfalls ein

Hauptbestandtheil der grossen erzführenden Gangformation. Durch Zersetzung bei Zutritt von Luft und Wasser verändert er seine weisse oder graue in eine braune Farbe und wird dann Brauneisenstein genannt. Der Spatheisenstein eignet sich vorzugsweise zur directen Herstellung von Stahl (Rohstahl) aus den Erzen.

4. Thoneisenstein. Er besteht wie der Spatheisenstein hauptsächlich aus kohlensaurem Eisenoxydul und erhält seinen Namen von seiner Thonbeimischung. Der Thoneisenstein kommt vorzugsweise in den Thonlagern, welche mit den Steinkohlenlagern wechseln, vor. Aus diesem Erze wird der grösste Theil des Eisens, namentlich in England, wo das Erz und das Brennmaterial zusammen vorkommen, erzeugt.

5. Brauneisenstein. Diese Verbindung ist Eisenoxydhydrat, welches durch Zersetzung von kohlensaurem Eisenoxydul z. B. durch Zersetzung von Spatheisenstein, Thoneisenstein etc. entstanden ist und ist häufig von Kalk, Thon, Quarzsand begleitet. Die Brauneisensteine enthalten häufig Mangan und Phosphorsäure. Wenn letztere Beimischung bedeutend ist, so leidet die Qualität des aus den Erzen erzeugten Eisens.

6. Bohnerz. Es besteht aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Wasser und kommt regelmässig in der Juraformation in Körnern vor. Es ist häufig von seiner ursprünglichen Lagerstätte durch Fluthen weggeschwemmt und an Stellen, wo das Wasser wieder ruhiger floss, wie in Spalten, Höhlen etc. anderer Gebirgsarten wieder abgesetzt worden.

7. Raseneisenstein. (Auch Wiesenerz, Sumpferz etc. genannt.) Er besteht aus Eisenoxydhydrat, phosphorsaurem Eisenoxyd, zersetzten vegetabilischen Substanzen und beigemengtem Thon, Sand etc. Der Raseneisenstein findet sich unmittelbar unter dem Rasen der Wiesen und in Torfmooren und bildet sich noch fortwährend aus dem Eisenoxydul enthaltenden Wasser, welches aus der erzführenden Gebirgsformation kommt und in Wiesen, Torfmooren etc. stehen bleibt. Die oft bedeutende Menge von Phosphorsäure, welche dem Raseneisenstein beigemengt ist, giebt ein kaltbrüchiges Eisen, dessen Verwendung begrenzt ist.

Um aus den Eisenerzen den Eisengehalt zweckmässig auszuscheiden, müssen dieselben mancherlei Operationen und Umwandlungen unterworfen werden, welche sich auf mehrere wichtige Zweige der Wissenschaften stützen. Im Nachstehenden sollen die verschiedenen Processe so weit besprochen werden, als es allgemein verständlich und dem Rahmen dieses Capitels angemessen ist.

Erze, welche nicht sehr harte und leicht erkenntliche Beimischungen der Gebirgsformation enthalten, in welcher sie entweder in Gängen unterirdisch, oder durch Aufdecken oberirdisch gewonnen werden, sucht man durch Zerkleinern mittelst Schlägel, oder Pochwerke und durch Ausklauben möglichst von diesen fremden Theilen, Gangarten oder taubes Gestein genannt, zu trennen. Erze, welche von Sand und Thon umgeben sind, werden durch Waschen in Kasten oder Gerinnen von diesen Beimischungen befreit. Das längere Liegen an der Luft oder das Rösten der Erze hat den Zweck, feste Theile z. B. schieferige Gangarten und gasförmige Beimischungen, besonders Wasser und Kohlensäure zu beseitigen. Das Rösten, nämlich die Erhitzung der Erze entweder auf Haufen in der freien Luft, oder in Flamm- und Schachtöfen erleichtert namentlich auch die Verkleinerung der festen Erze und entzieht den kieseligen Erzen einen Theil des sehr schädlichen Schwefelgehaltes und anderer Beimischungen.

Nicht alle Erze erfordern die genannten vorbereitenden Operationen, ehe sie

in den Hauptapparat zur Umwandlung der Erze in Roheisen — den **Hohofen** gebracht werden.

Die äussere Form dieses seinem Zwecke in vorzüglichem Maasse entsprechenden Apparates, des Hohofens, ist die einer abgestumpften vierseitigen Pyramide, oder eines abgestumpften Kegels, welche auf einer prismatischen Basis ruhen. Die innere oder lichte Form wird durch zwei abgestumpfte Kegel gebildet, welche mit ihren Basen auf einander stehen. Die Höhe des untern Kegels ist etwa $1/3$ und die Höhe des obern Kegels ist etwa $2/3$ der ganzen Höhe von meistens 8 bis 16 Meter. Diese doppelte Kegelform bildet aber nur die Grundform, von deren reinen Linien beim Zusammentreffen der beiden Basen und gegen dem obern und untern Ende zu im Interesse des Ofenbaues und der bessern Erfüllung des Zweckes Abweichungen eintreten. Immer bleibt aber die innere Grundform in der Weise aufrecht erhalten, dass der Ofen oben enger (beispielsweise 2 Meter weit), sodann nach und nach weiter (beispielsweise $4\frac{1}{2}$ Meter weit) und gegen das untere Ende zu wieder enger (beispielsweise 1 Meter weit) wird. Diese Grundform entspricht am besten den Processen, welchen die Erze nach und nach unterworfen werden müssen und welche es verlangen, dass die Erze längere Zeit einer sich nach und nach in den Hohofen von oben nach unten steigernden Hitze und dem Einfluss der gekohlten Gase, welche von der Verbrennung der Brennmaterialien herrühren, ausgesetzt werden, ehe die Schmelzung der Masse erfolgt.

Die Processe, welchen die Erze in dem Hohofen unterliegen, sind: die Reduction (oder Desoxydirung) der in den Erzen enthaltenen Eisenoxyde, die Bildung von Verbindungen, welche die Bildung des Kohleneisens (oder Gusseisens) begünstigen und endlich die Schmelzung der ganzen Masse, wodurch die Trennung der metallischen Theile von den fremdartigen Substanzen bewerkstelligt wird. Die Durchführung dieser Processe hängt von so vielen Einflüssen ab, dass nur tüchtige theoretische Kenntnisse und reiche practische Erfahrungen genügende Sicherheit für die Erlangung der gewünschten Resultate bieten.

Die Beschaffenheit der Erze, nämlich ihr Eisengehalt in den verschiedenen Oxydationsstufen und die Art und die Mengen der verschiedenen Beimischungen macht dieselben mehr oder weniger geneigt, die erforderlichen Verbindungen einzugehen und die Schmelzung zu einer leichten oder schweren zu machen. Im Allgemeinen sind Erze mit einem hohen Eisengehalt (reiche Erze) strengflüssiger (schwerer schmelzbar) als Erze mit geringem Eisengehalt (arme Erze), welche gewöhnlich in höherem Grad, als die ersteren flussbefördernde Beimengungen haben. Neben dem Eisengehalt der Erze ist eine gewisse Menge von unhaltigen (kein Eisen enthaltenden) Substanzen nöthig, um die Bildung von gewissen Verbindungen entweder zu stören oder zu befördern, um die für die Schmelzung der Eisentheile der Erze und ihrer Gangarten günstige Temperatur zu reguliren und das während dem Schmelzprocess sich abgeschiedene Roheisen gegen die oxydirende Einwirkung des Luftstromes zu schützen, welcher den Hohöfen zugeführt werden muss. Diese Beimengungen enthalten nur wenige Eisenerze von der Natur aus in solchen Mengen und Zusammensetzungen, dass dieselben ohne besondere Zuschläge sich zur Schmelzung eignen. Die Eisenerze, welche zur Verwendung kommen, haben, wie schon weiter oben (p. 119) erwähnt wurde, einen Eisengehalt von 25 % bis 70 %. Durch Vermengung von reichen Erzen mit armen Erzen, Gattirung genannt, stellt man einen mittleren für die Umschmelzung am günstigsten wirkenden Procentsatz her und giebt sodann die entsprechenden Zuschläge dazu, welche immer den Zweck haben, den Erzen

diejenigen Bestandtheile zuzusetzen, welche denselben zur vortheilhaften Durchführung der Processe im Hohofen in ihrem natürlichen Zustande fehlen.

Die hauptsächlichsten Zuschläge sind: Kiesel-, Kalk-, Thon- und Talkerde und man setzt beispielsweise den Erzen mit grossem Kieselgehalt, welcher dieselben zu leichtflüssig macht, Kalk zu, und den Erzen, welche keine Kieselerde, sondern Thonerde, Kalkerde oder Bittererde enthalten, setzt man Kieselerde zu, um sie leichtflüssiger zu machen. Der Kalkzuschlag dient unter Anderem auch dazu, den Schwefelgehalt der Eisenerze unschädlicher zu machen, indem der Kalk einen Theil des Schwefels aufnimmt und mit den Schlacken abführt.

Neben den Erzen und ihren Zuschlägen bildet das Brennmaterial einen Hauptbestandtheil der Einsätze oder Beschickungen des Hohofens.

Das Brennmaterial, welches in den Hohöfen verwendet wird, ist vorzugsweise Holzkohle und Cokes. Man hat zwar häufig auch getrocknetes, gedörrtes und halbverkohltes Holz, Torfkohle, Steinkohle, Anthrazit angewendet und auch die verschiedenen Brennmaterialien vermischt. Es kann aber hier von diesen im Grossen nicht durchschlagenden Anwendungen abgesehen und nur die Holzkohle und der Cokes in Betracht gezogen werden. Der Anwendung dieser Materialien entsprechend theilen sich auch die Hohöfen in zwei Hauptarten, nämlich in Holzkohlenhohöfen und Cokeshohöfen. Die ersteren sind niedriger (etwa 8 bis 11 Meter) als die letzteren (etwa 12 bis 16 Meter) und es wird in den ersteren das reinste, aber auch theuerste Roheisen erzeugt.

Holzkohle und Cokes werden bekanntlich aus harten oder weichen Hölzern und aus Steinkohle durch Erhitzung dieser Materialien bis zu einem gewissen Grade entweder ohne Luftzutritt oder mit beschränktem Luftzutritt erzeugt, wobei einige für den Hohofenbetrieb ungünstige Bestandtheile ausgeschieden, beziehungsweise Processe, welche bei der Anwendung des rohen Holzes oder der rohen Steinkohle erst im Hohofen vor sich gehen müssten, schon vorher durchgeführt werden und die Wärmemenge besser concentrirt wird.

Eine gute Holzkohle muss hart, dicht, klingend und auf dem Bruche glänzend und irisirende Farben zeigend sein. Ein guter Cokes wird vorzugsweise aus zwei Sorten Steinkohlen, der stark bituminösen Backkohle von glänzendem, schwarzem Bruche, und der weniger bituminösen Sinterkohle von weniger glänzendem, matte Stellen enthaltendem Bruche, erzeugt. Die zur Vercokung am besten tauglichen Steinkohlen dürfen nicht viel Schwefelkies enthalten und sollen wenig Asche hinterlassen. Enthalten die Steinkohlen viel Schwefel, was auch an der starken rothen Färbung der Asche erkannt wird, so werden sie zur Herstellung guter Cokes unbrauchbar. Im Allgemeinen sind Holzkohlen und Cokes zur Verwendung im Hohofen um so besser, je dichter und fester sie sind.

Nachdem nun die Materialien, welche zur Herstellung von Roheisen dienen, in Obigem thunlichst charakterisirt wurden, müssen wir dem allgemeinen Bilde eines Hohofens, welches wir schon weiter oben (p. 121) gegeben haben, einige Details beifügen, um diesen interessanten Apparat, dessen Zweckmässigkeit bisher von keiner andern Einrichtung erreicht wurde, näher kennen zu lernen.

Die Hohöfen bestehen aus Mauerwerk und zwar aus dem äussern und dem innern Mauerwerk. Das äussere oder Rauhgemäuer kann mit allen Sorten von Steinen, welche wetterbeständig sind und einem gewissen Grade von Hitze widerstehen können, das innere Gemäuer darf dagegen nur aus den feuerbeständigsten

Steinen (feinkörniger Sandstein ist die beste Sorte) oder aus einer künstlich erzeugten feuerfesten Masse (aus feuerfestem Thon und Quarz bestehend) hergestellt werden.

Die innere Form der Hohöfen theilt man in verschiedene Zonen und giebt denselben besondere Namen. Die obere Mündung des Hohofens, welche durch den engsten Theil des oberen abgestumpften Kegels gebildet wird, heisst die Gicht. Der sich nach und nach erweiternde, dem grössten innern Durchmesser des Hohofens nähernde Theil heisst der Schacht, welcher in den Kohlensack als dem weitesten Theil des Hohofens übergeht und durch eine Uebergangslinie oder Uebergangscurve der beiden Basen des obern und untern Kegels gebildet wird. Von dem Kohlensack an verengt sich die Form wieder nach unten, und dieser Theil heisst die Rast, welcher nun der engste Theil des Hohofens, das Gestelle mit dem Untergestelle oder dem Herd folgt. Im Herde sammeln sich die Schmelzproducte.

Unmittelbar über dem Herde münden die Düsen ein, welche dem Hohofen die Gebläseluft zuführen und in den Formen liegen. Die Anzahl der Düsen oder Formen wechselt von 1 bis 3 und mehr Stücke.

Um die Gicht zieht sich eine Platform, auf welche die, in etwa faustgrosse Stücke zerschlagenen, Materialien mittelst kleiner Wagen bis an die Gicht gefahren werden. Wenn die Hohöfen an einem Bergabhange stehen, aus welchem die Materialien ganz oder theilweise gewonnen werden, so wird die Platform durch eine Brücke mit dem Bergabhange in Verbindung gebracht, auf welcher Gleise für die Wagen angebracht sind. Für die Materialien, welche aus der Ebene auf die Platform gehoben werden müssen, stellt man geneigte Ebenen mit sogenannten, gewöhnlich durch Dampfkraft bewegten, Gichtaufzügen her.

Wenn nun der Hohofen durch genügende Vorwärmung zur Aufnahme der Materialien vorbereitet ist, was bei einem neuerbauten Hohofen 4 bis 6 Wochen, bei einem nur einer gewöhnlichen Reparatur unterworfenen Hohofen 4 bis 10 Tage in Anspruch nimmt, so werden die Materialien getrennt in Abtheilungen aus Brennmaterial und aus Erz nebst Zuschlägen durch die Gicht in den Hohofen geschüttet, nachdem derselbe vorher etwa zur Hälfte mit Brennmaterial gefüllt und das Gebläse in Gang gesetzt wurde. Man nennt diese Periode das Anlassen oder Anblasen des Hohofens. Die einzelnen Abtheilungen von Brennmaterial und Erz nebst Zuschlag, Gichten genannt, werden abwechslungsweise, so dass der Brennmaterialgicht immer eine Erzgicht u. s. w. folgt, in einer solchen Quantität in den Hohofen gebracht, wie es dem Fassungsraume desselben und der Qualität der Erze und Brennmaterialien entspricht. Die Zeitabschnitte, in welchen stets wieder eine Erzgicht einer Brennmaterialgicht und so fort folgt, hängt von dem rascheren oder langsameren Verlauf des Schmelzprocesses ab, demgemäss die Massen in dem Hohofen niedersinken. Man nimmt an, dass jedesmal, so oft die Massen etwa 1 Meter tief niedergesunken sind, wieder eine Gicht aufgeschüttet werden muss.

Während dem Niedersinken der Gichten in den Hohofen werden dieselben nach und nach verschiedenen Hitzgraden ausgesetzt, welche in den obersten Schichten am niedrigsten (etwa 250° C.) sind und sich im Gestelle auf den höchsten Grad erheben. Weil nun bei der Reduction der Eisenoxyde die Temperatur der desoxydirenden Gase einen gewissen Grad nicht übersteigen darf, und weil diese Reduction eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, vor deren Ablauf eine Schmelzung der Massen nicht eintreten darf, deshalb muss einestheils die innere Form der Hohöfen nach und nach gegen unten weiter werden, um der Zunahme der Hitze nach unten grössere

Massen entgegen zu stellen, was durch die Erweiterung des Querschnittes der innern Form der Hohöfen nach unten erreicht wird; anderntheils muss der Weg verlängert werden, welchen die Massen in der einen gewissen Grad nicht übersteigenden Hitze durchlaufen müssen. Der obere Theil der innern Form erhält deshalb bis zu dem weitesten Theil der Hohöfen, dem Kohlensacke, eine bestimmte Höhe. Von dem Kohlensacke an verengert sich die innere Form der Hohöfen bis zu ihrem engsten Theile, dem Untergestelle, wieder, um die Massen einer immer mehr sich steigernden Hitze bis zu ihrer Schmelzung zuzuführen, wozu weniger Zeit erforderlich ist, als bei dem frühern Process. Aus diesem Grunde erhält der untere Theil der innern Form der Hohöfen eine kleinere Höhe als der obere.

Der chemische Process bei der Reduction der Eisenoxyde in den Hohöfen ist kurz folgender:

Bei einem bestimmten Hitzgrade verwandelt sich der Sauerstoff der durch das Gebläse eingeführten atmosphärischen Luft zuerst in Kohlensäure, welche durch die Einwirkung der glühenden Kohle in Kohlenoxyd umgewandelt wird. Das Kohlenoxyd wirkt auf das Eisenoxyd der Erze und bewirkt eine Verbindung des Kohlenstoffes mit derselben, wodurch eine schmelzbare, metallische Masse hergestellt wird, welche nach seiner chemischen Verbindung dem Hammerschlag (eine metallische Substanz, welche sich bekanntlich beim Schmieden glühenden Eisens abscheidet) gleichkommt. Durch die Umwandlung des Eisenoxydes in den Erzgichten verwandelt sich das Kohlenoxyd wieder in Kohlensäure, welches sich bei seiner Durchdringung der Kohlengichten wieder in Kohlenoxyd umwandelt, um von neuem reducirend in den Erzgichten zu wirken, und so fort.

Die Reducirung endigt auf der Rast, wo die kein Eisen enthaltenden Beimengungen der Erze und ihre Zuschläge sich zu flüssigen Schlacken bilden und die Trennung der metallischen Theile von jenen Beimengungen beginnt. Im Gestelle wird diese Scheidung vollzogen und die in Fluss gerathenen Massen sinken in den Herd nieder, indem sich vermöge der Verschiedenheit ihrer Schwere die geschmolzenen Eisentheile auf den Boden setzen und die geschmolzenen Schlacken über denselben schwimmen und die Eisentheile gegen die entkohlende Einwirkung des Luftstromes schützen. Auf den ganzen Verlauf der Processe in dem Hohofen wirken die natürlichen und künstlichen Beimengungen mächtig ein, worauf jedoch an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann.

Der Herd verlängert sich gegen die Aussenseite des Hohofens und ist dort durch den Wallstein oder Dammstein so verschlossen, dass die Schlacken über einen Einschnitt am obern Ende des Wallsteines abfliessen können, während am untern Ende eine Oeffnung zum Abstechen des flüssigen Roheisens, welches je nach dem Fassungsraum und der Productionsfähigkeit des Hohofens in kürzeren oder längeren Zeiträumen geschieht, angebracht ist. Diese Oeffnung ist gewöhnlich mit Lehm verschlossen, und das Abstechen geschieht, indem man mit einer Brechstange den Verschluss durchstösst. Das Roheisen läuft dann aus dem Hohofen in Vertiefungen, welche auf dem Boden vor dem Hohofen in dem Formsande gebildet werden. Die sich bildenden Gussstücke nennt man Gänze oder Masseln.

So einfach der ganze Verlauf der Umwandlung der Eisenerze in Gusseisen oder Roheisen erscheint, so wirken dabei doch so viele Umstände mit, dass es einer fortgesetzten Aufmerksamkeit bedarf, um den Hohofen in einem guten regelmässigen Gang zu erhalten.

Neben dem regelmässigen Aufgeben der quantitativ und qualitativ richtig

beschaffenen Erz- und Brennmaterialgichten wirkt hauptsächlich die Art der Zuführung der Luft durch das Gebläse auf den guten Gang des Hohofens ein. Die Luft, oder wie man sich ausdrückt, der Wind, muss dem Hohofen in genügender Menge und mit genügender Pressung zugeführt werden. Die Luftmengen und die Luftpressung wechseln nach dem Inhalte und der Höhe der Hohöfen, nach der Schmelzbarkeit der Erze, nach der Qualität der Brennmaterialien, nach der Dichtigkeit oder Durchdringlichkeit der Materialien, nach dem Hitzgrade, welchen man in dem Hohofen erzeugen will und welcher beim Erblasen von grauem Roheisen grösser sein muss, als beim Erblasen von halbirtem oder weissem Roheisen, nach der Temperatur des Windes, ob nämlich mit kalter oder mit erhitzter Luft geblasen wird, und noch nach manchen andern Umständen. Im Allgemeinen soll ein Gebläse (nach Scheerer) ein Luftquantum von dem räumlichen Inhalte des Hohofens in jeder Minute liefern können. Die Windpressung wechselt gewöhnlich zwischen 8^{cm} und 20^{cm} Höhe einer Quecksilbersäule.

Wenn oben von grauem, halbirtem und weissem Roheisen, sowie von der Anwendung von kalter oder erhitzter Luft im Allgemeinen gesprochen wurde, so erfordern diese Gegenstände nun noch eine nähere Erläuterung.

Das Wesen des Roheisens ist eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff und das Wesen der verschiedenen Sorten Roheisen (graues, halbirtes, weisses Roheisen) ist die Verschiedenartigkeit der Verbindung des Eisens mit dem Kohlenstoff.

Das graue Roheisen enthält seinen Kohlenstoffgehalt theils chemisch gebunden, theils ungebunden als Graphit, welcher dem Roheisen die graue Farbe giebt. Graues Roheisen wird unter hohem Hitzgrade — denn nur bei diesem kann sich Graphit bilden — gewöhnlich aus den strengflüssigen Erzen, oder Gattirungen, erzeugt. Der Eisengehalt der Erze wird dabei vor der Schmelzung so vollständig reducirt, dass in den Schlacken beinahe nichts zurückbleibt. Die hohe Temperatur, in welcher das graue Roheisen erblasen werden muss, erfordert viel Brennmaterial, macht es aber möglich, dass der schädliche Schwefelgehalt fast gänzlich in die Schlacken übergeht. Diese Sorte Roheisen eignet sich vermöge seiner Festigkeit hauptsächlich zum Giessereibetriebe und vermöge seiner chemischen Zusammensetzung, sowie wegen seiner Reinheit von Schwefel etc. zur Stahlfabrikation.

Weisses Roheisen enthält nur gebundenen Kohlenstoff und wird in geringerem Hitzgrade erblasen. Es erfordert dessen Darstellung deshalb weniger Brennmaterial, als das graue Roheisen; dagegen ist die Reduction des Eisengehaltes der Erze eine unvollkommnere und der Schwefel etc. geht nicht in die Schlacke über, sondern bleibt in dem weissen Roheisen. Das weisse Roheisen, welches, wenn es gut sein soll, vorzugsweise aus leichtflüssigen, von Schwefel und Phosphor möglichst reinen Erzen dargestellt werden muss, eignet sich vorzugsweise zur Umwandlung in Schmiedeeisen. In Fällen, wo ein grosser Werth auf Brennmaterialersparniss und ein geringerer Werth auf die Eisenverluste in Folge der unvollkommenen Reducirung des Eisengehaltes der Erze gelegt wird, ist die Erblasung von weissem Eisen stets am vortheilhaftesten.

Das halbirte Roheisen liegt nach seiner Zusammensetzung zwischen dem grauen und dem weissen Roheisen. Uebrigens erhält man oft, ohne es zu wollen, bei einem durch verschiedene Ursachen herbeigeführten unregelmässigen Ofengang, z. B. bei zu niedriger Temperatur im Hohofen, zu raschem oder unregelmässigem Gichtwechsel, zu starkem oder unregelmässigem Winde etc. statt dem grauen Roheisen weisses oder halbirtes Roheisen.

Eine besondere Gattung des weissen Roheisens ist das Spiegeleisen. Das-

selbe besitzt die grösste Reinheit und den höchsten Kohlenstoffgehalt in chemisch gebundenem Zustande. Es wird bei der niedersten Temperatur erblasen, welche noch eine vollständige Reduction des Eisengehaltes der Erze zulässt. Durch seinen hohen Kohlenstoffgehalt ist es weniger gut zur Umwandlung in Stabeisen und zum Giessereibetrieb geeignet. Wäre dies nicht der Fall, so wäre die Erzeugung von Spiegeleisen sehr vortheihaft. Es findet gute Anwendung zur Darstellung von Stahl und wird bei der Stahlbereitung nach der Erfindung Bessemer's als Zusatz verwendet.

Zur Beurtheilung der Zusammensetzung der verschiedenen Roheisensorten setzen wir die vergleichenden Analysen von 3 Sorten Roheisen (nach Karsten) hierher.

Bestandtheile.	Graues Roheisen in Procenten	Weisses Roheisen	
		Spiegeleisen in Procenten	gewöhnliches in Procenten
Eisen.	86,739	89,738	95,210
Mangan.	7,420	4,490	1,790
Silicium	1,310	0,550	—
Graphit.	2,370	—	—
Gebundene Kohle	2,080	5,140	2,910
Schwefel	0,001	0,002	0,010
Phosphor	0,080	0,080	0,080
Magnesium . . .	Spuren	Spuren	—
	100,000	100,000	100,000

Wenn nun noch angeführt wird, dass in den Schlacken dieser 3 Roheisensorten der Eisengehalt beim grauen Roheisen und beim Spiegelroheisen 0,04 % bzw. 0,06 %; beim gewöhnlichen weissen Eisen aber 21,50 % und dass der Schwefelgehalt in den Schlacken beim grauen Roheisen und beim Spiegeleisen 0,08 %, beim gewöhnlichen weissen Roheisen aber 0,02 % betragen hat, so sieht man daraus die Bestätigung der früheren Angaben, dass der Eisengehalt der Erze beim grauen Roheisen und auch beim Spiegeleisen fast gänzlich reducirt resp. ausgenutzt ist, während beim weissen Roheisen noch ein guter Theil durch die Schlacken verloren geht. Ferner sieht man, dass von dem schädlichen Schwefelgehalt beim grauen Roheisen und beim Spiegeleisen ein namhaft grösserer Theil in die Schlacken übergegangen ist, als beim gewöhnlichen weissen Roheisen.

Wir kommen nun auf die Zuführung von kalter oder erhitzter Luft zu sprechen.

Den Hohöfen muss eine grosse Menge atmosphärischer Luft durch die Gebläse — gewöhnlich sind es Cylindergebläse von 100 bis 150 Pferdekräfte — zugeführt werden. Diese Luft hatte früher immer die Temperatur der Atmosphäre. Seit einer Reihe von Jahren wird aber in immer ausgedehnterer Weise die atmosphärische Luft im erhitzten Zustande dem Hohofen zugeführt, wodurch zwar nach ziemlich allgemein verbreiteter Meinung die Güte des Roheisens etwas benachtheiligt, dagegen die Regelmässigkeit des Hohofens erhöht und, wenn zur Erhitzung der Luft die aus der Gicht entweichenden Gase verwendet werden, Brennmaterial erspart wird.

Den Hohofengasen, welche aus der Gicht entweichen, bestehend aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff, fehlt nur der Sauerstoff zu ihrer Verbrennung. Wenn diese Gase in die atmosphärische Luft entweichen, so sind sie noch genügend erhitzt, um bei ihrer Vermischung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu verbrennen und die sogenannte Gichtflamme zu bilden. Den

Bemühungen des früheren Leiters des württembergischen Eisenwerkes in Wasseralfingen, Fabre du Faur, ist es vorzugsweise zu verdanken, dass die Benutzung dieser Hohofengase zu verschiedenen Zwecken, worunter die Erhitzung der Gebläseluft obenan steht, eine allgemeinere geworden ist. Die Verwendung dieser Gase zur Heizung von Dampfkesseln und Röhrenapparaten zur Lufterhitzung geschieht theilweise unmittelbar neben der Gicht. Am häufigsten werden aber jetzt die Gase nach der Sohle der Hohofenanlage geleitet und dort erst verwendet. Zu diesem Zwecke schliesst man die Gicht durch einen Deckel oder einen Blechcylinder mit einer Einrichtung, welche das Einbringen der Gichten erlaubt, und fängt die Gase etwa $1\frac{1}{2}$ Meter unter der Gicht in einem rings um den Hohofen laufenden Saugcanal auf, aus welchem sie mit Hülfe der aufsaugenden Kraft einer Esse in weiten Röhren aus Gusseisen oder Blech an jene Stellen geleitet werden, wo sie am zweckmässigsten mit atmosphärischer Luft vermengt und verbrannt werden können. Die Erhitzung der Gebläseluft geschieht gewöhnlich in einem System von horizontalen oder verticalen Eisenröhren, welche durch die Verbrennung der Hohofengase erhitzt werden. Die Gebläseluft wird bis zu 300° C. und höher erhitzt. Beim Erblasen von grauem Roheisen ist der Hitzgrad immer ein grösserer, als beim Erblasen von weissem Roheisen.

Die Quantität, der Druck und die Temperatur des Windes sind mächtig wirkende Factoren bei dem Hohofenbetrieb und es können mit Hülfe der Aenderung dieser Factoren viele Störungen in dem Gange des Hohofens beseitigt werden, welche an verschiedenen Erscheinungen, z. B. an dem unregelmässigen Setzen der Gichten, an der unreinen Gichtflamme, an der Beschaffenheit der Schlacken, welche nach ihrem Erstarren eine glasige Masse von hellen Farben zeigen sollen, u. s. w. erkannt werden.

Es kann aber hier auf die verschiedenen Merkmale eines unregelmässigen Hohofenganges und auf die Mittel zur Beseitigung der Mängel nicht näher eingegangen werden. Auch die Besprechung der übrigen Bedingungen zur Erzeugung eines guten Roheisens müssen wir auf das bisher Gesagte beschränken und hängen nur noch einige Bemerkungen über den Einfluss des Schwefels und Phosphors auf das Roheisen und über einige Eigenschaften der Roheisensorten hier an.

Schwefel enthalten sowohl die Erze als auch die Brennmaterialien in grösserer oder geringerer Menge und derselbe ist sehr geneigt aus beiden Materialien in das Roheisen überzugehen und die Festigkeit desselben, sowie dessen Verwendbarkeit zur Fabrikation von Schmiedeeisen und Stahl sehr zu beeinträchtigen. Nachdem, wie schon weiter oben gesagt wurde, nur eine sehr hohe Temperatur in dem Hohofen den Uebergang des Schwefels in das Roheisen verhindern oder vermindern kann, so eignen sich die schwefelhaltigen Erze besser zum Erblasen von grauem als von weissem Roheisen.

Phosphor enthalten fast alle Erze. Der Phosphorgehalt geht während dem Hohofenprocess fast gänzlich in das Roheisen über und beeinträchtigt ebenfalls wie der Schwefel die Festigkeit und die Verwendbarkeit des Roheisens. Aus Erzen mit hohem Phosphorgehalt kann demnach weder ein gutes graues noch ein gutes weisses Roheisen erzeugt werden.

Das graue Roheisen zeigt entweder einen grobkörnigen schwarzen oder einen feinkörnigen grauen Bruch. Die erste Sorte enthält eine grössere Menge von Graphittheilchen und ist weniger fest, weniger dicht, weniger gleichartig, aber weicher als die zweite Sorte, welche am meisten zur Anwendung kommt.

Das weisse Roheisen zeigt einen krystallinischen, strahligen, luckigen oder dichten (käseartigen) Bruch, und eine hellweisse, mattweisse oder bläuliche Farbe. Wenn sich blaue Flecken zeigen, so nennt man es auch blumiges Eisen. Das weisse Roheisen mit einem groben krystallinischen Bruche ist die schlechtere Sorte.

Das graue Roheisen ist weicher, geschmeidiger und elastischer, als das weisse Roheisen, welches hart, spröde, dicht und fast ohne Elasticität ist.

Im Allgemeinen ist das Roheisen um so härter und spröder, je heller seine Farbe ist. Aus seiner Zähigkeit beim Zerschlagen schliesst man im Allgemeinen auf seine Güte und hält diejenige Sorte für die bessere, welche dem Zerschlagen einen grössern Widerstand entgegensetzt. Doch gilt dieses Merkmal nur innerhalb gewisser Grenzen.

Die Dichtigkeit und das Gewicht des weissen Roheisens ist grösser, als die des grauen Roheisens. Im Durchschnitt ist das specifische Gewicht des grauen Roheisens 7,2 und des weissen Roheisens 7,5.

Das graue Roheisen schmilzt (nach Pouillet) bei 1100° bis 1200° C. und das weisse Roheisen bei 1050° bis 1100° C.

Wir werden bei der Besprechung der Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen oder Stahl, wozu wir jetzt übergehen, noch einmal auf die Eigenschaften des Roheisens zurückkommen.

b. Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl aus dem Roheisen oder Gusseisen.

Schmiedeeisen und Stahl sind dem Roheisen (oder Gusseisen) in chemischer Beziehung näher verwandt, als es ihre physikalischen Eigenschaften vermuthen lassen. Wie bei dem Roheisen ist ihr Hauptbestandtheil reines Eisen verbunden mit Kohlenstoff und durch einige Substanzen verunreinigt.

Schmiedeeisen und Stahl unterscheiden sich in ihrer chemischen Verbindung fast nur durch ihren Kohlenstoffgehalt von einander. Beide Materialien werden aus dem Roheisen hergestellt, indem man demselben mehr oder weniger von seinem Kohlenstoffgehalt entzieht und die fremdartigen Beimischungen (erdige Basen, Schwefel, Phosphor) möglichst vollständig ausscheidet.

Entzieht man dem Roheisen seinen Kohlenstoffgehalt beinahe ganz, so ist das Product Schmiedeeisen; entzieht man aber dem Roheisen seinen Kohlenstoffgehalt nur bis auf $1/2$ % bis 2 %, so ist das Product Stahl, dessen Eigenschaften sich wieder nach dem Grade seines Kohlenstoffgehaltes ändern. Zwischen dem Producte mit $1/2$ % Kohlenstoffgehalt und dem beinahe kohlenstofffreien Schmiedeeisen giebt es ein Product von etwa $1/4$ % Kohlenstoffgehalt, welches man mit dem Namen Feinkorneisen bezeichnet.

Die Entziehung des Kohlenstoffgehaltes und die Ausscheidung der fremdartigen Beimischungen des Roheisens kann nur im Zustande der Schmelzung, beziehungsweise in einem der Schmelzhitze zunächst liegenden Hitzgrad, unter Mitwirkung von erhitzten atmosphärischen, oder erhitzten und mit atmosphärischer Luft vermischten Gase geschehen. Der Kohlenstoff verbrennt dabei durch die Einwirkung des Sauerstoffgehaltes der atmosphärischen Luft. Die Schlacken, welche sich dabei durch die Bildung neuer Verbindungen ausscheiden, nehmen den grössten Theil der fremdartigen Beimischungen des Roheisens, aber auch einen Theil des Eisengehaltes auf. Je vollständiger die fremdartigen Beimischungen in die Schlacken übergehen und je

weniger von dem Eisengehalt des Roheisens in die Schlacken übergeht, desto vollkommener ist der Verlauf des Processes und desto besser ist das Product.

Die Umwandlung von Roheisen in Schmiedeeisen oder Stahl nennt man das Frischen des Roheisens, die Frischarbeit, den Frischprocess. Der Frischprocess wird entweder auf offenen Herden oder Feuern, den Frischherden, Frischfeuern, Frischschmieden, oder in geschlossenen Räumen, den Puddelöfen und, wenn nur Stahl erzeugt werden soll, in den Bessemerretorten und den Martin'schen Schmelzöfen durchgeführt.

In den Frischherden oder Frischfeuern — Herde von etwa 1 Meter Breite, 2 Meter Länge, welche mit einer Esse überdeckt und mit einem Gebläse versehen sind — kömmt das Roheisen direct mit Holz oder Holzkohle, welche allein auf den Frischherden als Brennmaterial verwendet werden können, in Berührung. Das Verfahren beim Verfrischen des Roheisens auf diesen Herden ist in seinen Einzelnheiten verschieden; der Grundprocess bleibt aber stets derselbe, nämlich das Roheisen unter dem Einfluss von glühenden Kohlen und atmosphärischer Luft so einzuschmelzen, dass es nicht in einen dünnflüssigen, sondern in einen teigartigen Zustand kommt, in welchem es durch fortwährendes Umwenden, theils unter Einwirkung von Schlacken und Zuschlägen, theils unter Einwirkung des Windes entkohlt und gereinigt wird. Dabei ist es nöthig den sich am Boden des Herdes bildenden noch mehr oder weniger unfertigen (ungaren) Klumpen durch einmaliges oder mehrmaliges Heben (Aufbrechen) wiederholt der Einwirkung des Windes auszusetzen, bis er einen Klumpen von gleichartiger Beschaffenheit, Luppe genannt, bildet und sodann ausgeschmiedet wird. Dieser in offenen Herden oder Feuern gut durchgeführte Frischprocess liefert zwar ein sehr gutes Product (Schmiedeeisen oder Rohstahl), erfordert aber viel theures Brennmaterial und verursacht grossen Eisenverlust, wodurch das Product vertheuert wird und der Process sich nicht zur Massenproduction eignet.

Der Frischprocess in den Puddelöfen unterscheidet sich von der Herdfrischerei dadurch, dass das Roheisen nicht direct mit dem Brennmaterial in Berührung kommt, sondern dass Letzteres, gewöhnlich Stein- oder Braunkohle, auf einem besondern Herd verbrannt, und das Roheisen ebenfalls in einem besondern Raum, in welchen die Flamme oder der glühende Luftstrom treten, wieder geschmolzen und gefrischt wird. Mit grossem Erfolge werden auch die Gase verwendet, welche dem Brennmaterial in besondern Oefen entzogen, in besondern Apparaten erhitzt, mit atmosphärischer Luft vermischt und in den Arbeitsraum des Puddelofens geleitet und dort entzündet werden. Der schon früher genannte ehemalige Leiter der württembergischen Eisenwerke in Wasseralfingen, Faber du Faur, hat zuerst zu diesem Zwecke die Hohofengase mit grossem Vortheil verwendet. Der chemische Vorgang beim Frischen in dem Puddelofen ist ganz derselbe wie bei der Herdfrischerei. Auch hier sucht man das Roheisen während der Frischarbeit in einem teigartigen Zustande zu erhalten, in welchem die Entkohlung und Reinigung am vortheilhaftesten durchgeführt werden kann, worauf sodann die Luppen gebildet werden. Der Frischprocess im Puddelofen wird vorzugsweise zur Herstellung von Schmiedeeisen für die Schienenfabrikation angewendet. Wir werden deshalb an anderer Stelle eingehender wieder auf denselben zurückkommen.

Bei dem Frischprocess in der Bessemerretorte (eine Erfindung des Engländers Bessemer) kommt weder Brennmaterial, noch die demselben entzogenen erhitzten oder brennenden Gase mit dem Roheisen in Berührung, sondern es wird nur atmosphärische Luft durch das in die Retorte gebrachte flüssige Roheisen gepresst, welche

sich zersetzt und die Entkohlung und Reinigung bewirkt. Auch diesen Process, welcher fast ausschliesslich zur Stahlfabrikation für die Stahlschienen angewendet wird, werden wir an anderer Stelle näher besprechen.

Der Frischprocess in den Martin'schen Schmelzöfen wird durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Schmiedeeisen durch die mit atmosphärischer Luft vermischten brennenden Gase, welche in besonderen Apparaten den Siemens'schen Regenerator-Gasöfen erzeugt werden, durchgeführt. Wir werden auf diesen Process, mit welchem ebenfalls, wie in der Bessemerretorte Stahl erzeugt wird, noch einmal zurückkommen und bemerken noch, dass dieser Process eine Erfindung des österr. Generals der Artillerie Uchatius ist, welcher die Schmelzung aber nur in Tiegeln durchführte, während Martin unter Benutzung der Siemens'schen Regenerator-Gasöfen den Process zur Massenproduction nutzbar machte.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir noch der Erzeugung von Schmiedeeisen und Stahl direct aus den Erzen ein paar Worte widmen.

Diese Methode, welche man mit dem allgemeinen Ausdruck Rennarbeit bezeichnet, vereinigt den Hohofenprocess und den Frischprocess in einem Apparat, und es war diese Methode die erste, welche schon im frühesten Alterthum zur Erzeugung eines schmiedbaren Productes und zwar offenbar zuerst nur durch Schmelzen der Erze mittelst Holz oder Holzkohle auf offenen Haufen angewendet wurde. Erst später wurde der Process in ummauerten Räumen durchgeführt. Durch die Einwirkung der glühenden Holzkohle und durch den natürlichen Zutritt von Luft, welche erst später durch Blasebälge u. s. w. künstlich und in grösseren Massen zugeführt wurde, reducirte sich ein Theil des Eisengehaltes der Erze und wurde geschmolzen. Das flüssige Roheisen, welches sich am Boden sammelte, entkohlte sich durch fortgesetzte Einwirkung der atmosphärischen Luft und der Schlacken theilweise wieder und bildete ein stahlartiges Schmiedeeisen. Nach und nach bildeten sich aus den offenen Herden Oefen, Stücköfen genannt, welche ähnlich wie die Hohöfen abwechselnd mit Erzen und Kohlen gefüllt wurden. Durch die, namentlich auch durch kräftigere Gebläse, verbesserte Einrichtungen wurde die Production und die Sicherheit in der Erzeugung einer bestimmten Qualität der gewonnenen Stücke erhöht. Der Erfolg in Beziehung auf die gewünschte Qualität bleibt aber immer noch ein unsicherer und es befindet sich noch oft Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen in einem und demselben Stücke. Durch besonderes Umschmelzen der Stücke kann wohl der Process zu einem bessern Ende geführt werden; aber der grosse Verbrauch von Brennmaterial und der grosse Eisenverlust und andere Umstände haben immer dringender auf die Trennung der beiden Hauptprocesse — die Reducirung oder Kohlung des Eisengehaltes der Erze um die Schmelzung zu ermöglichen und die Wiederentkohlung und Reinigung des Schmelzproductes um Schmiedeeisen oder Stahl zu erhalten, — geführt und diese Trennung bildet trotzdem, dass eine vortheilhafte Darstellung von Schmiedeeisen oder Stahl direct aus den Eisenerzen immer noch angestrebt wird, den Hauptcharakter der Eisenproduction.

Was nun die Erzeugung von Stahl anbetrifft, so wird dieselbe ausser direct aus den Erzen oder aus den Roheisen auch noch aus Schmiedeeisen hergestellt. Nachdem, wie schon früher bemerkt, Schmiedeeisen und Stahl sich in ihrer chemischen Zusammensetzung nur durch den kleineren oder grösseren Gehalt an Kohlenstoff unterscheiden, so kann der Stahl aus dem wenig Kohlenstoff enthaltenden Schmiedeeisen hergestellt werden, indem man das Schmiedeeisen zu dünnen Stäben ausstreckt und dieselben in geschlossenen Kästen aus Thon oder Eisen mit

Kohlenpulver umgiebt und längere Zeit in besondern Oefen glüht. Im glühenden Zustande ist das Schmiedeeisen befähigt, von der ebenfalls glühenden Kohle so viel Kohlenstoff aufzunehmen, dass es die Eigenschaften des Stahles annimmt. Dieser Stahl wird Brennstahl, Blasenstahl (von den vielen Blasen, welche auf seiner Oberfläche während des Glühprocesses entstehen, so genannt) oder Cementstahl genannt, weil das Verfahren auch Cementiren heisst. Man hat es bei sorgfältiger Auswahl reiner Schmiedeeisensorten und bei sorgfältiger Durchführung des Processes in der Hand, auf diese Art einen Stahl von bestimmtem Kohlengehalt und demgemäss von bestimmtem Härtegrade, welcher mit dem höhern Kohlengehalt wächst, zu erzeugen und denselben direct zu verschiedenen Zwecken zu verwenden, oder aus demselben den sogenannten Gussstahl herzustellen. Zu letzterem Zwecke wird der Cementstahl wieder pünktlich sortirt, indem die einzelnen Stäbe durch geübte Arbeiter gebrochen werden. Aus der Art ihres Verhaltens beim Brechen und aus dem Aussehen ihrer Bruchfläche kann auf die Qualität der Stahlstäbe mit grosser Sicherheit geschlossen werden. Die ausgewählten gleichartigen Stücke werden in Tiegeln mit einem Zusatze von Mangan als Reinigungsmittel geschmolzen und in gusseiserne Formen gegossen und sodann weiter bearbeitet. Dieser Gussstahl wird zum Unterschied von Bessemerstahl oder Martinstahl, welche nicht in Tiegeln gegossen werden, Tiegelgussstahl genannt und ist die beste Stahlsorte. Die Herstellungskosten sind aber so gross, dass der Preis dieses Stahles zu hoch wird, um ihn in grösseren Massen zu Schienen für die gewöhnlichen Zwecke verarbeiten zu können.

Zur Massenproduction, wie bei der Schienenfabrikation eignen sich unter den bisher genannten Fabrikationsarten und nach dem gegenwärtigen Stande der Eisen- und Stahlfabrikation überhaupt nur die in dem Puddelofen, der Bessemerretorte und dem Martin'schen Schmelzofen durchgeführten Frischprocesse.

Die Eigenschaften der durch den Frischprocess erzeugten Eisen- und Stahlsorten sind sehr verschieden. Die Güte des gefrischten Materials hängt zunächst von der Güte und Reinheit des Roheisens und dann von dem gut durchgeführten Frischprocess und den darauf folgenden Arbeitsprocessen ab.

Wir haben weiter vorne gesehen, dass gar Mancherlei bei der Erzeugung von Roheisen auf dessen Beschaffenheit einwirkt. Je geringer die fremdartigen Beimischungen in dem Roheisen sind, desto besser werden die durch den Frischprocess gewonnenen Producte. Vorzugsweise ist es die Beimengung von Schwefel und Phosphor, was der Erzeugung von gutem Eisen und Stahl hinderlich ist. Schwefelhaltige Roheisensorten geben ein sogenanntes rothbrüchiges Eisen, das heisst, dasselbe ist im glühenden Zustande schwer zu bearbeiten, weil es in diesem Zustande leicht in Stücke bricht und es ist ausserdem sehr schwer zu schweissen. Phosphorhaltige Roheisensorten geben dagegen ein Eisen, welches sich im glühenden Zustande sehr gut bearbeiten und schweissen lässt. Im kalten Zustande besitzt es aber eine geringe Widerstandsfähigkeit, es bricht leicht in diesem Zustande und wird deshalb kaltbrüchig genannt.

Der Schwefelgehalt des Roheisens lässt sich durch vorbereitende Processe und durch pünktliche Behandlung desselben während des Frischprocesses (oft unter Zuschlag von reinem Kalk und dergleichen) zum grössten Theil beseitigen. Der Phosphorgehalt geht aber beim Frischprocess fast vollständig in die Producte über.

Wir haben schon bei dem Hohofenprocess gesehen, dass bei der hohen Temperatur, bei welcher das graue Roheisen erblasen wird, die Abscheidung des

Schwefels in die Schlacken vor sich geht, während der Phosphorgehalt fast gänzlich in das Roheisen übergeht. Bei dem in niederer Temperatur erblasenen weissen Roheisen bleibt aber sowohl der Schwefel als der Phosphor in demselben enthalten. Es geben deshalb die grauen, reinen Roheisensorten im Allgemeinen ein besseres Product als die weissen, unreineren Roheisensorten. Wenn dennoch der Frischprocess in dem Puddelofen zum weitaus grössten Theil mit weissem Roheisen durchgeführt wird, so liegt der Grund darin, dass sich das weisse Roheisen (abgesehen von dem Spiegeleisen mit hohem Kohlengehalt) schneller und billiger in Schmiedeeisen, beziehungsweise Stahl, in dem Puddelofen durchführen lässt, als das graue Roheisen. Letzteres erfordert vermöge seiner chemischen Zusammensetzung, namentlich seines Graphitgehaltes wegen, eine höhere Temperatur und vermöge seiner Geneigtheit, sofort beim Schmelzen aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand über zu gehen, welcher zur Entziehung des Kohlengehaltes ungeeignet ist, eine längere und pünktlichere Behandlung, als das weisse Roheisen. Letzteres, welches schon wegen seiner billigeren Herstellung im Hohofen ökonomischer für die Weiterverarbeitung ist, geht vor dem Eintritt in den tropfbarflüssigen Zustand leicht in den für die Entkohlung günstigen teigartigen Zustand über und erfordert einen geringeren Hitzgrad und einen geringeren Zeitraum zur Durchführung des Frischprocesses. Das weisse Roheisen giebt also ein billigeres Product und wenn es aus reinen Erzen erblasen wurde, auch ein gutes Product. Das graue Roheisen ist aber im Allgemeinen reiner, was schon der Hohofenprocess bedingt, als das weisse Roheisen und wird deshalb trotz seines höheren Preises und der schwierigeren Durchführung des Frischprocesses, in manchen Fällen dem weissen Roheisen vorgezogen, wenn es sich um besonders gute Producte handelt.

Das halbgraue oder halbirte Roheisen mit seinen verschiedenen Schattirungen liegt in seinen Eigenschaften zwischen dem grauen und weissen Roheisen.

Speciell für den in der Bessemerretorte durchgeführten Frischprocess, welcher auf die Erzeugung von Stahl oder stahlartigem Eisen gerichtet ist, eignet sich nur das reinere, eine grössere Hitze entwickelnde (wobei sein hoher Gehalt an Silicium hauptsächlich wirkt) graue Roheisen.

Zu bemerken ist noch hier, dass auch verunreinigte Brennmaterialien, namentlich wenn sie Schwefel enthalten, einen ungünstigen Einfluss auf die Güte des Frischproductes ausüben und es ist neben Anderem auch ein Vorzug der Durchführung des Frischprocesses im Puddelofen mittelst der in besondern Apparaten erzeugten Gase, dass dieselben reiner von den schädlichen Stoffen des Brennmateriales, namentlich von dem Schwefel und Phosphor sind, und dass dieselben auch aus Brennmaterialien hergestellt werden können, welche sich wenig oder gar nicht zum Verbrennen auf dem Rost des Puddelofens eignen.

Das Schmiedeeisen theilt sich nach seiner Textur in körniges und sehniges Eisen. Diese Textur entscheidet innerhalb gewisser Grenzen auch über seine übrigen Eigenschaften, indem das körnige Eisen gewöhnlich härter (stahlartiger) und das sehnige Eisen weicher und zäher ist. Dabei ist aber wohl zu bemerken, dass das sehnige Eisen grösstentheils aus dem körnigen Eisen erst durch Schmieden und Walzen hergestellt wird, obgleich auch schon beim Frischprocess das Bestreben darauf gerichtet wird, sehniges Eisen zu erzeugen. Gutes, körniges Eisen, welches sich hauptsächlich auch zur Umwandlung in Cementstahl eignet, kann nur aus sehr reinem Roheisen hergestellt werden. Weniger reines Roheisen muss, wenn daraus körniges Eisen erzeugt werden soll, erst durch vorbereitende Operationen und während des

Frischprocesses besonders gut gereinigt werden. Gutes körniges Eisen, welches sich vorzugsweise zur Bildung der Schienenköpfe eignet, zeigt einen feinen, dem Stahle ähnlichen Bruch. Das weiter oben genannte Feinkorneisen mit etwa $1/_4$% Kohlenstoffgehalt ist die beste Sorte für diesen Zweck. Grobkörniges mit glänzenden Krystallen vermengtes Eisen eignet sich dagegen nicht zur Bildung der Schienenköpfe. Allerdings aber fehlt es oft bei dem grobkörnigen Eisen nur an der Verdichtung unter schweren Hämmern, um aus demselben ein gut brauchbares Material herzustellen. Ueberhaupt muss dem Frischprocess eine tüchtige Durcharbeitung unter dem Hammer folgen, um ein reines und dichtes Material zu erhalten. Das sehnige Eisen, welches zur Bildung der Schienenfüsse erforderlich ist, muss, wenn es gut sein soll, seine sehnige Textur beibehalten, nachdem es geglüht wurde und wieder erkaltete. Das beste sehnige Eisen wird aus den besten weichsten körnigen Eisensorten durch Strecken unter dem Hammer oder zwischen den Walzen hergestellt. Die ausgeschmiedeten oder ausgewalzten Stücke werden, um die besten Sorten zu erhalten, zerschnitten, zusammengeschweisst und abermals gehämmert oder gewalzt und diese Operation wird ein oder mehrmal wiederholt; doch müssen dabei gewisse Grenzen eingehalten werden, wenn die Qualität des Eisens nicht schliesslich wieder Noth leiden soll.

Guter Stahl zeigt im ungehärteten Zustande einen dichten, gleichartigen und feinkörnigen Bruch von hellgrauer Farbe. Nach der Härtung muss bei einem guten Stahle das Korn noch feiner geworden sein. Rohstahl, welcher aus den Erzen direct durch die Rennarbeit, oder auch im Frischfeuer gewonnen wird, und manche andere Stahlsorten, welche sich dem Schmiedeeisen nähern, zeigen ein ungleiches grobes Korn vermischt mit sehnigen Theilen. Die Textur des Federstahles unterscheidet sich sogar oft wenig von der Textur des sehnigen Eisens. Bei diesen Sorten sind auch die Eigenschaften, welche den Stahl gegenüber dem Schmiedeeisen auszeichnen, oft nicht mehr entschieden ausgesprochen. Guter Stahl unterscheidet sich nämlich von dem Schmiedeeisen durch bedeutend grössere Widerstandfähigkeit bei geringerer Dehnbarkeit, durch grösseren Kohlenstoffgehalt, und durch die Eigenschaft eine grosse Härte anzunehmen, wenn er im schwach glühenden Zustande im Wasser abgekühlt wird. Schmiedeeisen lässt sich auf diese Weise nicht härten. Je höher der Kohlenstoffgehalt des Stahles ist, desto härter wird er beim Abkühlen im Wasser, desto geringer wird aber auch seine Fähigkeit mit sich oder mit Eisen zusammen zu schweissen. Diese Fähigkeit hört bei den kohlenstoffreichsten Stahlsorten, wie z. B. bei dem Tiegelgussstahl, ganz auf.

Wir werden bei den nun folgenden Abhandlungen über die Fabrikation von Schienen Gelegenheit finden, auf die Eigenschaften von Schmiedeeisen und Stahl noch näher einzugehen.

§ 2. Allgemeines über die Fabrikation von Schienen. — Auf den deutschen Bahnen ist fast ausschliesslich die aus Amerika stammende Schiene mit breitbasigem Fusse (fälschlich Vignolesschiene genannt) in Verwendung und es kann dieses Profil den Betrachtungen über die Schienenfabrikation zu Grunde gelegt werden, ohne dass dadurch der Fabrikation der Doppelkopfschienen Eintrag geschieht.

Das in Fig. 5 auf Tafel IX dargestellte Schienen-Profil ist das der österr. Südbahn in $1/_5$ der natürlichen Grösse, welches so ziemlich die Mitte zwischen den neueren Schienenprofilen hält.

Das Ideal einer guten Schiene mit breitbasigem Fusse ist ein sehr h a r t e r Kopf bei einem sehr d e h n b a r e n gegen Brüche schützenden Fuss.

Um diese Bedingungen zu erreichen, muss der Kopf aus hartem und dichtem Material: Feinkorneisen oder Stahl und der Fuss aus weichem sehnigen Eisen bestehen.

Diese Bedingungen werden in der Praxis sehr oft nur unvollständig erfüllt, und es leidet bei den Eisenschienen gewöhnlich die Eigenschaft des Kopfes, und bei den Stahlschienen die Eigenschaft des Fusses Noth.

Der Kopf einer guten Schiene muss aber noch andere Eigenschaften als die der Härte besitzen. Er soll nämlich — bestehe er nun aus Eisen oder Stahl — eine gleichförmige Dichtigkeit und zum mindesten bis auf eine Dicke von 2 Centimeter von der Oberfläche des Kopfes an gerechnet, ohne Schweissnath sein.

Es ist eine Erfahrungssache, dass ein grosser Theil der Schienen schon früher wegen ungenügender oder ungleichförmiger Dichtigkeit des Materials und der Mangelhaftigkeit der unmittelbar unter der Oberfläche des Schienenkopfes liegenden Schweissnäthe unbrauchbar werden, ehe die regelmässige Abnutzung durch die Räder der Eisenbahnfahrzeuge eine Auswechslung erfordert.

Die erste Eigenschaft, nämlich die gleichförmige und genügende Dichtigkeit des Materials, hängt von der Güte des Rohmaterials, von dem gut durchgeführten Frischprocess und von der pünktlichen Bearbeitung des Materials unter dem Hammer und der Walze ab. Die zweite Eigenschaft hängt von den (oft schlechten) Gewohnheiten bei der Fabrikation der Schienen und sodann auch von den in einer Eisenhütte verfügbaren Materialien ab.

Wenn die Schienen nicht aus einem einzelnen Stücke gewalzt werden, was bei Eisenschienen sehr selten, bei Stahlschienen aber nur bei der Verwendung von Gussstahl (Tiegelguss oder Bessemerstahlguss) geschieht, so werden dieselben aus einem sogenannten Paquet, das heisst aus einzelnen Stäben, welche zu einem Bund vereinigt und zusammengeschweisst werden, gewalzt.

Fast allgemein nimmt man zur Bildung des Paquetes eine zur Herstellung des obersten Theiles des Kopfes besonders vorsichtig behandelte, circa 5 Centimeter dicke Platte (Kopfplatte) von hartem feinkörnigen Material, und lässt dieser Platte mehrere $1^1/_2$ bis 2 Centimeter dicke, etwas weniger sorgfältig erzeugte Platten folgen, um endlich für den untersten Theil des Fusses wieder eine auf ähnliche Weise wie bei dem Kopfe behandelte, aber aus zähem, sehnigem Material bestehende Platte (Fussplatte) zu verwenden.

Ist die Kopfplatte von Bessemerstahl oder Martinstahl, so wird dieselbe stets aus einem Stück gebildet, und hat also keine Schweissnäthe. Wird dieselbe aber aus Eisen oder aus Puddelstahl hergestellt, so wird dieselbe gewöhnlich wieder mit Hülfe einer Paquetirung, das heisst also aus mehreren einzelnen Stäben, gebildet, und enthält dann um so mehr schädliche Schweissfehler, je weniger gut sich das verwendete Material zum Schweissen eignet.

Die meisten Schienenfabrikanten halten die Bildung der Kopfplatte durch Paquetirung für unerlässlich und zwar offenbar deshalb, damit sie die Rohstäbe, wie sie bei der Verwendung von geringeren Sorten Roheisen und bei weniger grosser Vorsicht bei dem Frischprocess in dem Puddelofen und sodann durch leichtes Hämmern und Walzen gewonnen werden, zu den Kopfplatten verwenden können.

Obgleich zugestanden werden muss, dass die Verarbeitung von Rohstäben geringer Qualität eine nochmalige Schweissung und Umarbeitung erfordert, wodurch das Material verbessert und dichter gemacht wird, so legt man mit dieser Arbeitsmethode doch den Grund zur schnellen Zerstörung des Schienenkopfes, indem die

schädlichen Schweissnäthe unmittelbar unter die Oberfläche des Schienenkopfes zu liegen kommen.

Um diese zwischen dünnen Schichten sich folgenden Schweissnäthe zu vermeiden und um doch ein dichtes gleichförmiges Material für die Kopfplatte zu erhalten, ist es aber nur nöthig zu der Erzeugung der Kopfplatten besonders reine Eisensorten zu verwenden, den Frischprocess besonders vorsichtig durchzuführen und jede für die Bildung von Kopfplatten bestimmte Luppe unter schweren Hämmern gründlich durchzuarbeiten, ehe sie gewalzt wird.

Es ist also die Bildung der Kopfplatte aus einem Stück von gutem harten Eisen (wo möglich Feinkorneisen) oder Stahl, was als eines der ersten Erfordernisse einer guten Schiene, welche nicht ganz aus einem Stücke bestehen kann, aufgestellt werden muss, und es ist jedes dahin zielende Bestreben als ein erfreulicher Fortschritt in der Fabrikation der Schienen aus Eisen zu begrüssen. Wir erwähnen deshalb auch an dieser Stelle die Dank'sche Arbeitsmethode, welche auf die Herstellung von Eisenschienen aus einem Stücke, oder wenigstens aus einem von Schweissstellen freien Kopfstab gerichtet ist. Diese Arbeitsmethode geht hauptsächlich darauf los, eine Oxydfütterung des Ofens, welche nicht los wird oder abbröckelt, herzustellen und das flüssig gewordene Eisen in den reinen Schlacken so vollständig zu waschen, dass der ganze Gehalt von Kieselsäure und Schwefel, sowie ein grosser Theil der Phosphorsäure in die Schlacken geht. Die Schlacken welche die Unreinigkeiten aufgenommen haben, werden während des Processes abgestochen und reine Schlacken durch Einspritzen von Wasser gebildet. Dadurch werden Puddelluppen von besonderer Reinheit gewonnen, welche nach tüchtigem Hämmern direct zu Kopfplatten ausgewalzt werden.

Wenn für die Fabrikation von Kopfplatten aus einem Stücke die tauglichen Roheisensorten fehlen, oder nur mit unverhältnissmässigen Kosten beigeschafft oder gereinigt werden können, und wenn dagegen die in einem Eisenwerke mit Vortheil zu verarbeitenden Eisensorten besonders gut schweissbar sind, so kann in zweiter Linie die Kopfplatte auch durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe erzeugt werden. Dieses Zugeständniss darf aber nirgends gemacht werden, wo die Schweissung irgend welche Schwierigkeiten bietet, also z. B. wie bei schwefelhaltigem Eisen.

Wenn für die Bildung von Eisenstäben für die Kopfplatten das rothbrüchige und schwer schweissbare, schwefelhaltige Eisen nicht verwendet werden soll, so darf für die Bildung von Eisenstäben für die Fussplatten das kaltbrüchige phosphorhaltige Eisen nicht verwendet werden. Die verschiedene Inanspruchnahme des obern und untern Theiles der breitbasigen Schienen muss eben bei der Wahl der Eisensorten für diese Theile stets im Auge behalten werden und es kommt beispielsweise oft vor, dass Schienenköpfe, deren Kopfplatten durch Paquetirung gebildet werden, eine längere Dauer haben, wenn sie aus geringeren, aber leicht schweissbaren Eisensorten, als wenn sie aus besseren, aber schwerer schweissbaren Sorten erzeugt wurden.

Bei der Fussplatte ist auf die Zähigkeit des zu verwendenden Materials hin zu arbeiten, und es ist für die Erzeugung dieser Platten die Paquetirung nicht nur zuzulassen, sondern zu bedingen, weil die Bildung von sehnigem Material durch das wiederholte Auswalzen befördert wird.

Die Zwischenlagen zwischen Kopf- und Fussplatten sollen Eisensorten bilden, welche unter sich und mit der Kopf- und Fussplatte gut schweissen.

Unmittelbar unter die Kopfplatte muss unbedingt eine Lage Eisen kommen, welche vorzugsweise gut mit der Kopfplatte, also so nahe als möglich in demselben

Hitzgrade wie diese, schweisst. Diese Bedingung ist bei der Anwendung von Stahl für die Kopfplatte noch ganz besonders wichtig, weil der Stahl in einem niedrigeren Hitzgrad, als die meisten Eisensorten schweisst, und es hängt von dieser Bedingung überhaupt das Gelingen der Fabrikation von Schienen mit Stahlköpfen ab, weil sich, wenn hier die Schweissung nicht eine vollkommene ist, die Stahlplatten (Stahlköpfe) in kurzer Zeit von dem übrigen Theil der Schienen trennen.

Auf die Zusammensetzung der Paquete wird bei Gelegenheit der Detailbeschreibung der Schienenfarikation zurückgekommen werden.

Die Fabrikation der Stahlschienen sollte jeder Zeit aus einem Stück Stahl ohne Schweissnath geschehen.

Es werden übrigens sehr viele Stahlschienen durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe aus Puddelstahl hergestellt, weil es sehr schwer ist, im Puddelofen hinlänglich grosse Luppen von gleichmässig guter Qualität Puddelstahl zu erzeugen, um aus denselben ohne Weiteres eine längere Schiene walzen zu können.

Bei besonders gewissenhafter Prüfung und Sortirung der Puddelstahlstäbe und guter Schweissung unter einem schweren Dampfhammer können auch sehr gute Schienen aus Puddelstäben hergestellt werden.

Diese von der Pünktlichkeit einer grossen Anzahl von Arbeitern vorzugsweise abhängige Fabrikation ist aber in denjenigen Fabriksbezirken, in welchen mit Hülfe der Bessemerretorten oder der Martin'schen Schmelzöfen mit Leichtigkeit Stahlblöcke gegossen werden können, aus welchen man die Schienen ohne Weiteres walzen kann, nicht zu empfehlen.

Detaillirte Beschreibung der Schienenfabrikation.

§ 3. Erzeugung von neuem Material in dem Puddelofen. — Um die detaillirte Beschreibung der einzelnen Manipulationen der Schienenfabrikation möglichst vollständig und hauptsächlich auch mit Rücksicht auf die Wiederverwendung der alten Schienen und sonstigen Brucheisens zu geben, nehmen wir an, dass die Schienenwalzhütte auf die Verwendung von neuem und altem Material angewiesen ist.

Wir beginnen mit der Erzeugung von neuem Material und zwar von Eisen und Stahl.

Ehe wir aber die Beschreibung eines Puddelofens, wie er mit wenigen, untergeordneten Abweichungen am häufigsten angewendet wird, beginnen, erwähnen wir, dass es seit lange das Bestreben der Eisenhüttenkundigen ist, die bei diesen Oefen vorausgesetzte Handarbeit wenigstens theilweise durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Man hat zu diesem Zwecke den Arbeitsraum der Oefen durch Dampfkraft in eine, theils in verticalem, theils in horizontalem Sinne, rotirende Bewegung gesetzt, wodurch das geschmolzene Roheisen fortwährend umgedreht und dadurch alle Theile der Einwirkung des erhitzten Luftstromes ausgesetzt wurden. Die Einrichtungen, welchen die Rotirung im verticalen Sinne zu Grunde gelegt wurde, haben sich indessen nicht bewährt; am meisten giebt noch die Pernot'sche Einrichtung Aussicht auf gute Resultate. Bei dieser Einrichtung wird der Boden des Arbeitsraumes des Puddelofens durch eine Scheibe gebildet, welche gegen den Feuerherd zu etwas geneigt ist. Wenn diese Scheibe, oder also der Boden des Arbeitsraumes des Puddelofens um ihre Achse (wie eine Drehscheibe) gedreht wird, so sucht das

in dickflüssigem Zustande befindliche Roheisen sich immer den niederen Punkten der Scheibe zu nähern, wenn es an den höheren Punkten angelangt ist. Dadurch wird das Roheisen in einer fortwährenden Umwälzung erhalten, und es werden fortgesetzt alle Theile gleichmässig der Einwirkung des erhitzten Luftstromes ausgesetzt. Beim Vorbeipassiren an der Arbeitsöffnung kann durch Einschieben der Arbeitsstange (Brechstange) auch eine dem guten Fortgange entsprechende weitere Umarbeitung herbeigeführt und schliesslich können auf diese Art die Luppen gebildet werden.

Wir gehen nun zu der Beschreibung eines Puddelofens gewöhnlicher Construction über.

Die Figuren 1, 2, 3 und 4 der Tafel V zeigen in der Ansicht und in Durchschnitten einen einfachen Puddelofen mit Vorwärmraum und Treppenrost.

Der Raum *A* dient zur Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen oder Stahl, und der Raum *B* dient zur Vorwärmung des in dem Raume *A* zu bearbeitenden Roheisens.

Dieser Vorwärmraum *B* ist nicht bei allen Puddelöfen angebracht. Er nutzt aber das Brennmaterial besser aus, und befördert die Leistungsfähigkeit des Raumes *A*, indem das zu frischende Roheisen schon stark erwärmt in diesen Raum gelangt.

Bei den Doppelpuddelöfen ist der Raum *A* grösser und statt einer Arbeitsthüre *C*, Fig. 1, 3 und 4 auf Tafel IV sind zwei solche Thüren, und zwar einander gegenüber liegend, angebracht.

Statt der Treppenroste sind sehr häufig nur gewöhnliche, horizontal liegende Roste angebracht. Ob diese oder jene angewendet werden sollen, hängt von dem Brennmaterial ab.

Besteht das Brennmaterial ganz oder theilweise aus kleinen Stücken, oder zerspringen die grossen Stücke im Feuer leicht in kleine Stücke, was bei gewissen Sorten von Kohlen der Fall ist, so sind die Treppenroste vortheilhafter als die gewöhnlichen horizontal liegenden Roste und zwar ganz abgesehen von einer günstigeren Verbrennung des Brennmaterials, auch nur aus dem Grunde, weil bei dem Treppenroste eine geringere Menge kleiner Kohle unverbrannt und also unbenutzt durch den Rost in den Aschenraum fällt, als bei dem gewöhnlichen, horizontal liegenden Roste.

Aus dem Raume *B* gehen die Gase in gut eingerichteten Hütten zunächst zu Dampfkesseln, um mit Hülfe der noch in den Gasen enthaltenen Wärme den für den Betrieb der Walzenstrasse und den übrigen Hülfsmaschinen nöthigen Dampf theilweise oder ganz zu erzeugen.

Die Puddelöfen werden, so weit sie vom Feuer und den heissen Gasen berührt werden, aus bestem feuerfesten Material und im Uebrigen aus gewöhnlichen Ziegeln gebaut. Um das Mauerwerk dauerhafter zusammenzuhalten und schwächer machen zu können, wird dasselbe mit gusseisernen Platten armirt, welche durch schmiedeeiserne Anker verbunden sind. Die Sohle des eigentlichen Puddelraumes und auch die verticalen Wände desselben bis auf eine gewisse Höhe werden mit gusseisernen Platten armirt; auch die Sohle des Vorwärmeraumes wird häufig mit gusseisernen Platten armirt; Alles um diese Theile widerstandsfähiger gegen die Abnutzung zu machen.

Die Wand *b* Fig. 2 und 3, Tafel V, welche den Feuerraum oder Herd von dem Puddelraum *A* trennt, nennt man die Feuerbrücke, dieselbe hat hauptsächlich den

Zweck, das dem Feuerraum zunächst liegende Eisen gegen die unmittelbare und zu heftige Einwirkung der Flamme zu schützen.

Die Verengung des Querschnittes des hohlen Raumes des Puddelofens bei f, durch welche der Puddelraum gewissermaassen von dem Vorwärmraum, oder wo der Letztere fehlt, von der Einmündung in den Rauchfang getrennt wird, nennt man den Fuchs.

Gegen diesen Fuchs neigt sich das Gewölbe des Puddelofens, und es hat derselbe mit der Feuerbrücke den Zweck, auf allen Theilen der Sohle des Puddelraumes eine möglichst gleichmässige Temperatur zu erhalten. Die Grösse des Querschnittes des Fuchses und die Höhe und Neigung des Gewölbes ist von grosser Wichtigkeit für die Leistungsfähigkeit des Puddelofens und bestimmt sich nach den Erfahrungen mit den verschiedenen Brennmaterialien und nach der Stärke des Luftzuges, welchen der Rauchfang hervorbringt.

Bei f' Fig. 2 und 3, Tafel V wiederholt sich der Fuchs. Bei Puddelöfen, ohne Vorwärmraum, existirt natürlich nur der Fuchs f' und wirkt unmittelbar entscheidend auf die Wirkung der Flamme.

Ehe man das Roheisen auf die Sohle des Puddelraumes A bringen kann, muss Letztere mit einer Mischung geschützt werden, deren Bestandtheil sich je nach der Art des Puddelns und nach dem zu verpuddelnden Roheisen richtet.

Soll graues Roheisen verpuddelt werden, so muss diese Mischung einen höhern Hitzgrad aushalten können, als wenn halbirtes, oder weisses Roheisen verpuddelt wird.

Zum Puddeln von grauem Roheisen wird die Sohle mit einer Mischung von altem Gussbrucheisen und Hammerschlacken, zum Puddeln von halbirtem oder weissem Roheisen auch nur mit Puddelschlacken, alles in kleine Stücke zerschlagen und unter starker Hitze geschmolzen und eben gestrichen, überdeckt.

Sowohl diese Ueberdeckung, als der ganze innere Raum der Puddelöfen erfordern fortwährende Reparaturen, und je pünktlicher die Erhaltung der Oefen ist, auf desto bessere Resultate kann man rechnen.

Das graue Roheisen verlangt eine grosse Hitze beim Puddelprocess und kommt beim Schmelzen leicht in einen dünnflüssigen Zustand, welcher für die Entkohlung des Roheisens ohne Zuschläge nicht gut geeignet ist. Das weisse Roheisen schmilzt bei geringerer Hitze und verharrt längere Zeit in einem teigigen Zustande, welcher der Entkohlung sehr günstig ist. Zur Beförderung des Frischprocesses wird bei dem grauen Roheisen sehr häufig Hammerschlag (Cinders, Zunder) angewendet. Dasselbe geschieht auch hie und da bei der Verarbeitung von weissem Roheisen.

Die Anwendung dieses Mittels ist aber der Erzeugung von gutem Schmiedeeisen schädlich, weshalb in vielen Bedingnissheften für die Lieferung von Schienen die Anwendung dieses Mittels ausdrücklich verboten ist. Dieses Verbot ist bei dem Verpuddeln von weissem oder halbirtem Roheisen um so gerechtfertigter, als die Anwendung dieses Mittels zur Entkohlung hier ganz unnöthig ist und nur aus Rücksichten für eine billige und beschleunigte Durchführung des Frischprocesses, freilich unter gleichzeitiger Verschlechterung des Erzeugnisses, angewendet wird.

In den Hütten für die Erzeugung von Eisenbahnschienen wird fast ausschliesslich weisses oder halbirtes Roheisen zur Darstellung von Schmiedeeisen verwendet.

Das zum Puddeln verwendete Brennmaterial — gewöhnlich Stein- oder Braunkohle — hat, obgleich es nicht unmittelbar mit dem Eisen in Berührung kommt, sehr viel Einfluss auf das Erzeugniss des Puddelofens. Es ist nicht erforderlich, dass es eine hohe Temperatur entwickelt, soll aber rein von schädlichen Stoffen sein, unter welchen der Schwefel obenan steht. Geringe aber schwefelreine Braunkohlen geben ein besseres und schweissbareres Eisen, als die besten Steinkohlen, welche Schwefel enthalten. Wir nehmen hier wiederholt Anlass, auf die schon weiter vorne berührte Verwendung von gereinigten Gasen statt der gewöhnlichen Feuerung in den Puddelöfen hinzuweisen. Die Anwendung von mit atmosphärischer Luft vermischten Gasen wirkt nicht nur günstig auf die Qualität, sondern auch auf die in einem Ofen erreichbare Quantität der Producte ein. In dem IV. Bande p. 227 ist ein Siemens'scher Regenerator-Gasofen für einen Schweissofen beschrieben, worauf wir uns beziehen können, indem dieselbe Einrichtung auch für die Puddelöfen geeignet ist.

Das Roheisen wird, ehe es zur Verwendung kommt, in Stücke zerschlagen und nachdem es in dem Vorwärmraum erwärmt wurde, auf die Sohle des Puddelraumes *A* in einem Quantum von circa 240 Kilogr. gebracht und langsam zum Schmelzen gebracht. Durch eine sachgemässe Regulirung des Feuers und durch fortgesetztes Umrühren — Hin- und Herschieben und Umdrehen des bald in einen teigigen Zustand übergehenden flüssigen Roheisens mittelst Eisenstangen, welche durch ein kleines in der Thüre *C* enthaltenes Loch *l* Fig. 1, Tafel V eingeführt werden, wird nun die Entkohlung und die Ausscheidung der fremden Bestandtheile bewirkt, indem dieses Umarbeiten des schmelzenden Roheisens darauf gerichtet ist, alle Theile desselben möglichst vollständig und gleichmässig mit den oxydirenden Gasen in Verbindung zu bringen.

Je mehr der Frischprocess vorschreitet, desto mehr nimmt das anfängliche starke Aufkochen des Materials ab; die Schlacken sinken nieder, werden abgezogen, die Eisentheile beginnen sich zu vereinigen und es ist der Zeitpunkt zur Bildung der Luppen gekommen.

Luppen nennt man die durch Drücken und Wenden mittelst der Arbeitsstangen unter dem Einfluss der reinen Flamme des Herdes sich ballenden Klumpen von garem (gefrischtem) Eisen.

Sobald der Puddler erkennt, dass die Luppen die nöthige Festigkeit erhalten, theilt er dieselbe in für den beabsichtigten Zweck passende Stücke.

Für die Bildung von Kopfplatten aus einem Stück würde der oben angegebene Einsatz von Roheisen 3 Luppen von je circa 75 Kilogr. Gewicht geben.

Innerhalb 12 Arbeitsstunden können in einem einfachen Puddelofen circa 24 solche Luppen hergestellt werden.

In einem Doppelpuddelofen wird nahezu das Doppelte geleistet.

Die geleistete Arbeit, welche zur Bildung von Luppen aus einem Einsatz nöthig ist, nennt man eine Charge und man kann also mit Bezug auf Obiges sagen: in einem Puddelofen werden täglich 8 Chargen gemacht, weil immer nur auf die Zeit von 12 Arbeitsstunden gerechnet wird, obgleich die Arbeit Tag und Nacht, natürlich mit doppelter Mannschaft, fortgesetzt wird.[1])

Die Luppen zur Bildung der Kopfplatten für die Schienen sollen aus festem,

---

[1]) Nach dem bei Kreidel in Wiesbaden erschienenen Werke: »Petzholdt, Fabrikation von Eisenbahnmaterial« werden in belgischen Hütten 7 Chargen in 12 Stunden gemacht, jede zu 4 bis 5 Luppen. Die Production eines Ofens ist 1428 Kilogramm Luppenstäbe in 12 Stunden.

körnigem Eisen bestehen. Mürbe, ungare Luppen sind hiezu nicht tauglich und sind daran zu erkennen, dass sie schon bei der Luppenbildung leicht in Stücke zerbröckeln und starke Hammerschläge nicht aushalten, ohne in Stücke zu gehen. Grössere blaue Flammen, welche sich während der Bearbeitung der Luppen zeigen, sind ein Zeichen der Unvollkommenheit des Frischprocesses.

Es liegt nicht immer an dem Roheisen, wenn solche mürbe Luppen erzeugt werden, sondern es werden auch aus gutem Roheisen oft genug durch unaufmerksame und ungeschickte Behandlung des Frischprocesses, oder durch künstliche Beförderung des Processes bei Anwendung von Hammerschlag solche mürbe Luppen hergestellt, deren einzelne Stücke übrigens, wenn sie schwefelfrei sind, leicht zusammenschweissen und zu den gewöhnlichen Rohstäben für den mittleren Theil der Schienenpaquete verwendet werden können.

Die Erzeugung von Puddelstahl wird in ähnlicher Weise, wie die Erzeugung von Puddeleisen behandelt; nur muss das zur Stahlerzeugung nöthige Roheisen besonders rein von fremden Beimischungen sein, und es muss bei der Herstellung von Stahl der Frischprocess (Puddelprocess) darauf gerichtet sein, dem Gemenge einen gewissen Gehalt von Kohlenstoff zu erhalten, bis es gar geworden ist. Dieses Bestreben wird durch den geringen Gehalt des Roheisens an fremden Beimischungen unterstützt, indem es dadurch erleichtert ist, das Roheisen in kürzerer Zeit zu reinigen (gar zu machen), ehe der Kohlenstoffgehalt zu sehr durch die Einwirkung der erhitzten Luft vermindert wurde.

Als Beweis, wie wenig sich der Frischprocess bei der Stahlerzeugung von dem der Eisenerzeugung unterscheidet, mag hier dienen, dass hie und da das Erzeugniss des Puddelofens eine Mischung von Stahl und Eisen ist, obgleich nur Letzteres erzeugt werden wollte, indem ein Theil des im Puddelofen eingeschmolzenen Roheisens schon gar wurde, während der andere Theil noch roh geblieben ist. Das durch Unachtsamkeit zu frühzeitig gar gewordene Product ist Stahl.

Eine detaillirte Beschreibung der Puddelstahl-Fabrikation kann unterbleiben, weil diese Fabrikation seit der Einführung des Bessemerprocesses keine so grosse Rolle mehr bei der Fabrikation von Stahlschienen spielt, als derselben bis dahin mit Recht eingeräumt wurde.

Da die Figuren 1, 2, 3 und 4 die Construction eines Puddelofens hinlänglich verdeutlichen, so kann eine weitere Beschreibung desselben unterbleiben.

Es ist nur von Interesse über die Ausnutzung der aus den Puddelöfen und sodann auch aus den Schweissöfen entweichenden heissen Gase Einiges zu sagen.

Diese Gase werden entweder durch die Feuerräume von horizontal liegenden oder auch von vertical stehenden Dampfkesseln geleitet, und gehen sodann in einen gewöhnlichen Rauchfang, welcher oft für mehrere Puddel- oder Schweissöfen dient; oder es dienen die vertical stehenden Dampfkessel zugleich als Rauchfänge, wie es die Figuren 5 und 6 auf Tafel V zeigen.

In den Figuren 1 und 2 der Tafel V ist ersichtlich, wie diese Rauchfänge auf einem gusseisernen Gestelle aufruhen, dessen Querschnitt in der Fig. 3, Tafel V bei *c c* zu sehen ist.

Die Dampfkesselrauchfänge bestehen aus zwei cylindrischen Röhren aus Kesselblech, welche an einigen Stellen *a a* Fig. 5 und 6, Tafel V miteinander durch Lappen verbunden sind, um das inwendig liegende Rohr gegen das Zerdrücken durch den Dampf genügend zu schützen. So weit die heissen Gase die Bleche des Dampf-

raumes des Kessels berühren, sind diese Bleche durch Ausmauerung mit feuerfesten Ziegeln geschützt.

Jeder Puddelofen und jeder Schweissofen hat einen derartigen Dampfkesselrauchfang, und mit Hülfe der durch die Figuren 5 und 6, Tafel V dargestellten, kann sämmtlicher Dampf für den Betrieb der Walzenstrasse, für die Beischaffung des Wassers, für die Verkleinerung des feuerfesten Materials und für den Betrieb der übrigen Hülfsmaschinen, ohne besondere Kesselfeuerung gewonnen werden.

Genaue Versuche über die Verdampfungsfähigkeit dieser Dampfkesselrauchfänge haben ergeben, dass jedes Zollpfund Kohle, welches auf dem Herde des Puddelofens verbrannt wird, 2,6 Zollpfund Wasser in Dampf von circa 40 Pfd. Druck (engl. Pfund auf den engl. Quadratzoll) und jedes Zollpfund Kohlen, welches auf dem Herde eines Schweissofens verbrannt wird, 3,49 Zollpfund Wasser in Dampf von gleichem Drucke verwandelt.

Bei diesen Versuchen sind Braunkohlen verwendet worden, wovon die eine Sorte 4000 Wärmeeinheiten und die andere 4788 Wärmeeinheiten entwickeln, und welche in einem Mischungsverhältnisse der ersten Sorte zur zweiten Sorte wie 1 : 3,6 angewendet wurden.

§ 4. Erzeugung von neuem Material in der Bessemerretorte. — Wenn die Beschreibung des Frischprocesses sich bei den Puddelöfen hauptsächlich auf die Erzeugung von Schmiedeeisen beschränkt hat, so muss eine Beschreibung des Frischprocesses in den Bessemerretorten hauptsächlich die Erzeugung von Stahl behandeln, weil eben bei der Schienenfabrikation, welche hier zu berücksichtigen ist, diese Apparate vorzugsweise in dieser Art benutzt werden.

Der Frischprocess in den Bessemerretorten wird bewirkt, indem man in diese Retorten flüssiges Roheisen giesst, durch dasselbe atmosphärische Luft presst, durch deren Zersetzung und Verbindung mit den Bestandtheilen des flüssigen Roheisens der Kohlenstoff und andere Theile des Roheisens verbrennen und die Schlacken ausgeschieden werden.

Wenn Hohöfen mit den Bessemerstahlhütten in Verbindung stehen, so wird das flüssige Roheisen direct von den Hohöfen in die Retorten gebracht. Wo das nicht der Fall ist, wird das aus den Hohöfen gewonnene Roheisen noch einmal in Flammöfen oder Cupolöfen umgeschmolzen und dann erst in die Retorten gebracht.

Die Figuren 7, 8, 9 und 10, Tafel V zeigen Bessemerretorten in der Ansicht und in Durchschnitten. Figur 7 und 8 zeigen die Verbindung derselben mit der Luft- oder Windleitung, welcher die gepresste Luft durch ein kräftiges (gewöhnlich 200-pferdiges) Dampfgebläse zugeführt wird.

Die Retorten sind aus starkem Eisenblech mit einem schmiedeeisernen Ringe, an welchen die Drehungsachsen angeschmiedet sind, hergestellt, und erhalten eine Fütterung von feuerfestem Thon. Der Boden der Retorten enthält Winddüsen, welche aus feuerfestem Thon bestehen und in eine Masse von bestem Quarz mit feuerfestem Thon gemischt eingestampft werden.

Figur 9, Tafel V zeigt den Boden mit den Düsen im Grundriss. Es werden 7 bis 12 Düsen angewendet, welche gewöhnlich je 7 kleine Löcher besitzen.

Der Boden der Retorten erhält einen zum leichten Abnehmen eingerichteten Deckel von Gusseisen, welcher zugleich Sammelkasten zur Vertheilung der gepressten Luft ist.

Da die Retorten zum Zwecke des Eingiessens des flüssigen Roheisens, des Ausgiessens des erblasenen Stahles oder Eisens und zur Reinigung von Schlacken

etc. etc. in verticalem Sinne zum Drehen eingerichtet sein müssen, so ist die Windleitung in die Drehungsachse bei *d* Figur 7 und 8, Tafel V der Retorten geführt und mittelst Stopfbüchsen mit den Retorten in luftdichte Verbindung gebracht.

Der obere Theil der Retorten ist bei *a a* Fig. 7, 8 und 10, Tafel V zum Abnehmen eingerichtet, um die feuerfeste Auskleidung erneuern und andere Arbeiten im Innern vornehmen zu können.

Die Fortsetzung der Drehungsachse bei *f f* Figur 7 und 8, Tafel V führt zu einer Vorrichtung zum Drehen der Retorten, welche am besten mit Dampf in Bewegung gesetzt wird.

Ehe die Retorte mit dem flüssigen Roheisen gefüllt wird, ist dieselbe durch Kohlenfeuerung im Innern in rothglühenden Zustand zu bringen. Sodann wird die Retorte umgedreht, so dass die obere Oeffnung nach unten steht, und nachdem die Retorte von Kohlen und Asche gereinigt ist, wird dieselbe wieder so weit gedreht, bis die Längenachse der Retorte horizontal zu liegen kommt. In dieser Stellung wird das flüssige Roheisen durch die Oeffnung der Retorte in dieselbe gegossen, aber nur in einer Menge, dass das Roheisen nicht in die Düsen läuft.

Sobald das Roheisen eingegossen ist, welchem man eine Quantität alte Schienen oder Schienenabfälle im glühenden Zustande beisetzen kann, wird das Dampfgebläse in Bewegung gesetzt, und während die gepresste Luft durch die Düsen in die Retorte eintritt, die Letztere gedreht, bis sie die Stellung der Figur 10, Tafel V hat.

Während nun dem Roheisen gepresste Luft in grossen Quantitäten zugeführt wird, unterscheidet man bei dem 15 bis 30 Minuten andauernden Frischprocess 3 Abtheilungen, welche sich aber natürlich nicht ganz scharf abgrenzen und deren Zeiträume sich je nach der Zusammensetzung des Roheisens ändern.

Zuerst bildet sich die Schlacke und es verbrennt Eisen unter Entweichung einer braungelb gefärbten Flamme.

Die zweite und am längsten andauernde Periode, während welcher der Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas umgewandelt und mit dem Silicium verbrannt wird, zeigt eine blendend helle Flamme und unter Explosionen mehr oder weniger starken Auswurf von Schlacken. Es ist gerathen diesen Auswurf nicht durch zu starke Zuführung von gepresster Luft in der ersten Zeit dieser Periode zu befördern, weil sonst mit den Schlacken auch Eisentheile ausgeworfen werden.

Die dritte Periode ist nur eine kurze Fortsetzung der zweiten Periode mit Eintritt von Ruhe in dem Schlackenauswurf und dem Zurücksinken und Erblassen der Flamme. Man kann diese dritte Periode die Garfrischperiode nennen.

Sobald die Flamme niederzusinken (kleiner zu werden) beginnt, ist der Process zu unterbrechen, indem man unter fortgesetzter Zuführung von gepresster Luft die Retorte wieder in die Stellung bringt, welche sie beim Eingiessen des flüssigen Roheisens eingenommen hatte. Sobald die Düsen während der Drehung der Retorte frei von dem flüssigen Erzeugniss sind, hört man mit der Luftzuführung auf und giesst nun eine gewisse Portion flüssiges Spiegeleisen (kohlenstoff- und manganreiches, reines Roheisen) dem Erzeugnisse zu, wodurch man den dieser Zuführung von Kohlenstoff entsprechenden flüssigen Stahl erhält.

Nachdem die Retorte ein paar Minuten ruhig in ihrer Lage geblieben ist, um dem Gemenge noch Zeit zur gleichmässigen Verbindung zu geben, wird der flüssige Stahl in gut erwärmte gusseiserne Formen gegossen, wo er rasch erstarrt und später ... oder den Walzen zur weitern Bearbeitung zugeführt wird.

Es ist hier zu bemerken, dass der Process nicht immer mit einem Zusatz von Spiegeleisen durchgeführt wird. Viele halten diesen Zusatz für unnöthig, ja sogar für schädlich und suchen der flüssigen Masse einen gewissen Procentsatz von Kohlenstoff dadurch zu sichern, dass sie den Process früher unterbrechen, ehe der Kohlenstoffgehalt ganz verbrannt ist. Abgesehen davon, dass der Zeitpunkt, wo die flüssige Masse den gewünschten Kohlenstoffgehalt noch enthält, sehr schwierig und sehr unsicher zu erkennen ist, halten wir die ganze Durchführung des Processes, oder also die bis zum Ende getriebene Reinigung der Masse und den Zusatz von Spiegeleisen, welches besonders rein von fremden Beimischungen ist und einen hohen Procentsatz an Kohlenstoff enthält, für dienlicher, um einen reinen Stahl von bestimmtem Kohlenstoffgehalt zu erhalten.

Die Erkennung des Zeitpunktes zum Unterbrechen des Processes an der Flamme erfordert eine grosse Uebung, wenn dieselbe mit dem blosen Auge, wie es früher allgemein der Fall war, ausgeübt werden muss. Trotz dieser Uebung wird der Process aber häufig zu früh oder zu spät unterbrochen. Im ersten Falle wird der Kohlenstoff nicht ganz verbrannt, und im zweiten Falle fängt an Eisen zu verbrennen. Ausser diesem Verluste an Eisen leidet aber auch die Qualität des Gemenges durch die zu lange Fortsetzung des Processes.

Es ist deshalb ein nicht hoch genug zu schätzender Fortschritt, dass man seit mehreren Jahren die Fortschritte in der Spectralanalyse auch bei dem Bessemerprocess benutzt, um den Zeitpunkt des Unterbrechens des Bessemerprocesses mit grösster Sicherheit zu bestimmen.

Das Instrument, welches hiezu dient, ist in der analytischen Chemie wohl bekannt; es ist das Spectroskop, welches für diesen speciellen Fall so eingerichtet ist, dass die Farbe, welche dem Verbrennen des Kohlenoxydgases entspricht, besonders deutlich in demselben wahrgenommen werden kann.

Weil es nun bekannt ist, dass nach dem Verbrennen des Kohlenoxydgases der Zeitpunkt der Unterbrechung des Processes gekommen ist, so kann derselbe von Jedem, welcher ein Auge für Farben hat, mit Hülfe dieses Instrumentes mit grösster Sicherheit wahrgenommen werden. Dieses Instrument wird deshalb auch seit Anfang 1868 in der Bessemerstahlhütte der Südbahn-Gesellschaft in Graz aussschliesslich zu diesem Zwecke verwendet.

Die Schwierigkeiten, ein Material von bestimmter chemischen Zusammensetzung zu erzeugen, sind nun zwar einigermaassen durch diesen grossen Fortschritt vermindert, derselben sind es aber noch mancherlei und bis heute noch keineswegs ganz überwundene.

Selbst bei der besten und gleichmässigen Qualität des Roheisens spielen der Hitzgrad des flüssigen Roheisens, der Grad der Erwärmung der Retorten, der Druck und die Quantität der gepressten Luft, der Verlust an Eisen während des Processes, das Maass des Zusatzes von flüssigem Spiegeleisen etc. etc. eine zu grosse Rolle, um mit Sicherheit auf ein bestimmtes Ergebniss, das heisst auf ein Material von bestimmtem Kohlenstoffgehalt oder Härtegrad rechnen zu können.

Es werden weiter unten bei den Proben mit Schienen aus Bessemerstahl einige Resultate bekannt gegeben werden, aus welchen zu entnehmen ist, wie sehr sich die Eigenschaften des Bessemerstahles bei kleinen Differenzen in dessen Kohlengehalt ändern. Es würde aber hier zu weit führen, auf den Betrieb einer Bessemerstahlhütte in allen Details einzugehen, welche man genau kennen muss, um die Schwierigkeiten des Bessemerprocesses mit Sicherheit zu überwinden.

Dagegen ist es durchaus nöthig, dass der die Fabrikation von Schienen mit Bessemerstahlköpfen, oder solchen ganz aus Bessemerstahl überwachende Ingenieur zu beurtheilen weiss, welche Sorten von Bessemerstahl zu Kopfplatten für Stahlkopfschienen oder zu Schienen, welche ganz aus Stahl bestehen sollen, verwendet werden dürfen.

Ehe ein Stahlgussstück zur Weiterverarbeitung in dem Schienenwalzwerk zugelassen werden darf, muss dasselbe Proben auf chemischem und mechanischem Wege unterworfen werden.

Nachdem aber jeder einzelne Guss der Bessemerretorte, Charge genannt, eine bestimmte Zahl von Gussblöcken liefert, so ist es nur nöthig Proben von jeder Charge und nicht von jedem einzelnen Gussstück zu machen.

Zu diesem Zwecke wird bei jeder Charge ein kleines Probestück gegossen.

Die chemische Probe besteht in Untersuchung des Kohlengehaltes des Stahles und kann auf verhältnissmässig sehr leichte Art und mit genügender Sicherheit nach der Methode Eggertz vorgenommen werden.

Diese Kohlenstoffprobe beruht darauf, dass vollkommen reines (kohlenstofffreies) Eisen in verdünnter Salpetersäure gelöst, eine nahezu farblose Lösung giebt. Enthält aber die Eisen- oder Stahlauflösung Kohlenstoff, so färbt sich die Lösung gelbbraun, und zwar um so dunkler, je mehr Kohlenstoff vorhanden ist.

Um eine Probe vorzunehmen, zerkleinert man einen kleinen Theil des Probe-Gussstückes einer Charge. Dabei muss man äusserst vorsichtig sein, dass das Product nicht zufällige Beimischungen von Kohle oder kohleenthaltenden Stoffen erhält. Es ist deshalb auch darauf Bedacht zu nehmen, dass das Instrument (gewöhnlich ein Bohrer), welches zum Zerkleinern benutzt wird und welches natürlich stets aus hartem, also kohlenstoffreichem Stahl besteht, nicht durch Abnutzung einen, wenn auch nur kleinen Theil seiner Masse abgiebt.

Zur Lösung des zerkleinerten Productes der Bessemerretorte nimmt man am besten Salpetersäure, welche so mit Wasser verdünnt ist, dass ihr specifisches Gewicht 1,2 ist. Die Auflösung geschieht unter Erwärmung und erfordert gewöhnlich 2 bis 3 Stunden. Die Temperatur der Lösung darf aber 80° C. nicht übersteigen, weil sonst ein Theil des Kohlenstoffes als Kohlensäure entweicht.

Die Lösung ist vollendet, wenn sich kein kohliger Rückstand am Boden des Glasgefässes mehr vorfindet.

Um aus der Färbung der Lösung auf einen bestimmten Kohlengehalt schliessen zu können, ist es nöthig ein oder mehrere Normalstücke zu besitzen, deren Kohlengehalt genau bekannt ist.

Für die Schienenfabrikation genügen 2 Normalstahlstücke von 0,30 % und 0,50 % Kohlenstoffgehalt.

Zur Herstellung der gleichen Farbe und des Volumens der Lösungen bedient man sich zweier genau gleichweiten (circa 1 Centim. im Durchmesser) Glasröhren von gleichgrosser Glasdicke, deren eine mit einer Theilung versehen sein muss, um das Volumen der Lösung genau ermitteln zu können. Die Farbe wird in erkaltetem Zustande der Lösung beurtheilt, weil die Letztere im erwärmten Zustande eine intensivere Farbe hat.

Hat man beispielsweise $^1/_{10}$ Gramm eines 0,50 % Kohlenstoff enthaltenden Normalstahles in verdünnter Salpetersäure gelöst und verdünnt die Lösung so, dass das Gesammtvolumen 5 Cubikcentimeter beträgt, so entspricht:

1 Cubikcentim. einem Kohlengehalt von 0,10 % und $^{1}/_{10}$ Cubikcentim. einem Kohlengehalt von 0,01 %.

Löst man nun von dem zu untersuchenden Stahl ebenfalls $^{1}/_{10}$ Gramm auf, und verdünnt diese Lösung bis sie genau die Farbe der Lösung des Normalstahles erhält, so hat der untersuchte Stahl, wenn die Lösung z. B. 5,5 Cubikcentim. Volumen hat, einen Kohlengehalt von 0,55 %.

Die Probe ist für die weicheren Stahlsorten sehr empfindlich und giebt eine Genauigkeit von 0,01 bis 0,02 %.

Je härter aber der Stahl wird, desto unzuverlässiger wird diese Methode und ist für graues Roheisen gar nicht mehr anwendbar.

Da die Stahlsorten, welche für die Kopfplatten oder für die ganz aus Bessemerstahl bestehenden Schienen nach den bisherigen Erfahrungen angewendet werden sollen, einen Kohlengehalt von 0,30 % bis 0,50 % haben, so reicht die beschriebene chemische Untersuchung für diese Zwecke vollständig aus.

Die übrigen Proben bestehen darin, dass man das Probestück einer Charge in der Rothglühhitze in einen Stab von 1 bis $1^{1}/_{2}$ Centim. im Quadrat ausstreckt, und im rothglühenden Zustande im Wasser abkühlt.

Dieser Stab wird nun über dem Ambos mittelst eines gewöhnlichen Handhammers gebrochen, oder so lange gebogen, bis der Bruch erfolgt. Bricht der Stab, ohne sich vorher zu biegen, so ist der Stahl sehr hart. Aus dem Grad der Biegung bis der Bruch erfolgt, erkennt man bei einiger Uebung den Härtegrad oder also den Kohlenstoffgehalt des Stahles.

So roh diese Proben erscheinen, so sind dieselben doch ein Hauptkennzeichen der Härtequalität des Stahles und man überzeugt sich sehr leicht, wie gross der Unterschied in der Art des Bruches ist, wenn der Kohlenstoffgehalt zweier Stahlsorten nur äusserst wenig verschieden ist.

Ein geübter, intelligenter Arbeiter kann bald die Sortirung mit grosser Genauigkeit vornehmen.

Ausser diesen Bruchproben wird der Stab noch mit der Feile auf seine Härte probirt und der Schweissprobe unterworfen, wenn der Stahl zu Kopfplatten verwendet werden soll.

Aus der Art des Verhaltens des Stahles beim Ausstrecken, Umbiegen, Schweissen und Lochen erkennt man auch noch den Stahl in Bezug auf seine Güte im Allgemeinen, indem derselbe bei allen Processen reine Kanten erhalten, das heisst keine sogenannten Kantenrisse zeigen soll.

Die chemischen und die auf mechanischem Wege oder im Feuer vorgenommenen Proben müssen eine ziemlich genaue Uebereinstimmung in ihren Resultaten zeigen, wenn sie gut durchgeführt sind.

Diesen Resultaten entsprechend wird nun jeder Gussblock mit einem Zeichen versehen und das Resultat unter der Nummer der Charge in ein Buch eingetragen.

Wir folgen in § 6 der Weiterbearbeitung des aus dem Puddelofen und der Bessemerretorte gewonnenen Materials.

§ 5. Erzeugung von Martinstahl. — Wie schon p. 130 bemerkt, besteht die Stahlerzeugung nach dem Systeme Martin darin, Mischungen von Roheisen und Schmiedeeisen in Siemens'schen Gasschmelzöfen zusammen zu schmelzen. Je nachdem diese Mischungen gewählt werden, ist das Erzeugniss dieses Schmelzprocesses ein härterer (kohlenstoffreicher) oder ein weicherer (kohlenstoffarmer) Stahl.

Zur Durchführung dieses Processes sind a) Siemens'sche Regenerator-Gas-

öfen (siehe Band IV, p. 227); b) Flammöfen zur Vorwärmung des Roheisens und Schmiedeeisens; c) die eigentlichen Schmelzöfen erforderlich. In den Schmelzöfen wird durch die in den Gasöfen erzeugten und mit atmosphärischer Luft gemischten brennenden Gase ein hoher Hitzgrad unterhalten und das Roheisen geschmolzen, welchem ein bestimmtes Quantum Schmiedeeisen zugesetzt und in dem flüssigen Roheisenbade ebenfalls geschmolzen wird. In den Flammöfen wird wie in den Schmelzöfen durch die brennende Gasmischung ein, jedoch bedeutend niedrigerer, Hitzgrad erzeugt und Stücke Roheisen und Schmiedeeisen im glühenden Zustande erhalten.

Wenn der Einsatz des Gasschmelzofens im Flusse ist, so wird die Schlacke abgezogen und mit einem gut vorgewärmten Schöpflöffel eine Quantität dem reinen Gemenge entnommen und in eine Form aus Gusseisen gegossen. Dieses Probestück wird sodann den Proben auf seine Qualität, ähnlich wie bei dem Bessemerprocess (p. 144 ff.), unterworfen.

Ist das Erzeugniss zu hart, so wird dem flüssigen Gemenge von dem vorbereiteten Schmiedeeisen aus dem Flammofen zugesetzt und die Probe wiederholt, bis man das gewünschte Erzeugniss erhalten hat. Ist aber das Erzeugniss zu weich, so wird von dem vorbereiteten Roheisen zugesetzt.

Nach etwa $1^1/_2$ Stunden nach dem Zusatze ist das Schmiedeeisen und nach etwa $^3/_4$ Stunden das Roheisen mit der übrigen Stahlmasse verschmolzen.

Wenn die Mischung den gewünschten Zustand erhalten hat, so wird dieselbe abgestochen, in Formen aus Gusseisen gegossen und überhaupt so weiter verfahren, wie bei dem Gusse aus der Bessemerretorte.

In einem Ofen erzeugt man in 12 Stunden etwa 6000 Kilogr. Stahl, eine Leistung, welche gegenüber der Leistung einer Bessemerretorte allerdings gering ist.

Der Martin'sche Process hat aber gegenüber dem Bessemerprocess den Vortheil, dass die Mischung noch während des Schmelzprocesses geändert werden kann, indem neuerdings entweder Roheisen mit seinem höheren Gehalt an Kohlenstoff, oder Schmiedeisen, welches keine oder nur eine ganz geringe Menge Kohlenstoff enthält, dem Gemenge zugesetzt und dadurch nach Belieben und durch die mit Leichtigkeit vorzunehmenden Proben auch mit grosser Sicherheit härterer oder weicherer Stahl erzeugt werden kann, dessen Qualität allerdings wesentlich von der Reinheit der Roheisen- und Schmiedeeisensorten abhängt.

Auch hat dieser Process für eine Eisenhütte, welche, wie die im Besitze von Eisenbahnverwaltungen stehenden, viel altes Material, namentlich Schienen aus Eisen und Stahl, zu verarbeiten hat, den Vortheil dieses alte Material nach dem gegenwärtigen Stande der Processe leichter umschmelzen zu können, als in der Bessemerretorte.

Allerdings tritt dieses Umschmelzen von alten Schienen etc. nur in dem Falle ein, wenn Stahlschienen erzeugt werden. Bei der Fabrikation von Eisenschienen geschieht die Wiederverarbeitung von altem Material nach der im § 7 beschriebenen Methode.

§ 6. Verarbeitung des aus dem Puddelofen, der Bessemerretorte oder dem Martin'schen Schmelzofen gewonnenen Materials. — Die aus dem Puddelofen gewonnene Luppe zur Bildung der Kopfplatten für die Schienen im Gewichte von circa 75 Kilogr. wird unter einen Dampfhammer von mindestens 5000 Kilogr. Hammergewicht gebracht. Die Figuren 3, 4 und 5, Tafel VI zeigen die Construction eines für die Luppenschmiederei besonders practischen Dampfhammers von 5000 Kilogr. Hammergewicht. Diese Figuren sind so deutlich, dass eine nähere Beschreibung der Construction überflüssig erscheint.

Die Luppen sollen saftig und von heller Farbe sein, und keine oder wenig Flammen zeigen, welche entweder von einem schlechten Ofengange, oder von schädlichen Beimischungen herrühren. Trockene, bröckelnde Luppen bezeichnen mürbes Eisen, welches sich auch durch seine Farbe erkennen lässt, welche dunkler und rother, als die Luppen von festem Eisen ist.

Die beste Probe bleibt aber immer die Bearbeitung unter einem kräftigen Dampfhammer, dessen Schläge ein aus schlechtem Roheisen erzeugtes oder ein mangelhaft gepuddeltes Eisen nicht aushält, sondern in Stücke zerbricht.

Das ist einer der Gründe, warum für die Erzeugung der Kopfplatten aus einem Stücke schwere Dampfhämmer vorgeschrieben werden müssen und warum auf keinen Fall die sogenannten Quetschen zur Bearbeitung von Luppen geduldet werden dürfen, deren Wirkung mit dem Ballen von Schnee durch Menschenhände verglichen werden kann, und welche geeignet sind, mürbes oder ungares Eisen, ohne dass es in Stücke zerfällt, zu bearbeiten. Die weitern Gründe, warum ein kräftiger Dampfhammer (nicht unter 5000 Kilogr. Hammergewicht) nöthig ist, sind die vollständige Auspressung der Schlacken aus der Luppe und die genügende Verdichtung des Kopfstabmaterials, ohne welches der Kopf der Schienen zu wenig Widerstandsfähigkeit erhalten würde.

Wenn die Luppe unter den Dampfhammer gebracht wird, so erhält dieselbe im Anfange nur leichte Schläge, bis sie einigermaassen verdichtet ist.

Sodann wird dieselbe von allen Seiten eines Würfels gleichmässig unter immer stärker werdenden Hammerschlägen bearbeitet, bis sie schliesslich in einen soliden Kolben, etwa von der in Figur 6 auf Tafel IX skizzirten Dimension ausgeschmiedet wird, welcher nach einer wiederholten Behandlung im Schweissofen durch die Walzen läuft, und auf die Dimensionen der Kopfplatten für die Schienenpaquete ausgewalzt wird.

Diese Kopfplatten müssen sich glatt walzen und dürfen keine Kantenrisse zeigen, weil Letztere wieder auf mangelhaftes Material oder auf ein mangelhaft durchgeführtes Puddeln (mürbes Eisen, ungares Eisen) hinweisen.

Auch die aus Stahl bestehenden Kopfplatten müssen reine glatte Kanten zeigen.

Bei der Herstellung der gewöhnlichen Puddelstäbe für den mittlern Theil der Schienenpaquete wird derselbe Vorgang beobachtet, nur ist es hier zulässig kleinere Dampfhämmer zu benutzen und die Rücksichten auf eine billigere Herstellung obwalten zu lassen.

Die Stäbe zur Bildung der Fussplatten sind auf sehniges Eisen zu puddeln, zu paquetiren, zu schweissen und sodann auf die vorgeschriebenen Dimensionen der Fussplatten auszuwalzen.

Die Gussblöcke, welche durch den Bessemerprocess oder den Martinprocess gewonnen werden, haben zweierlei Bestimmungen.

Entweder werden dieselben zu Kopfplatten für Schienenpaquete verwendet, welche im Uebrigen aus Eisen bestehen und sind in diesem Falle auf die Dimensionen dieser Kopfplatten auszuwalzen.

Oder es werden diese Gussblöcke zu Stahlschienen verwendet und sind in diesem Falle entweder unter dem Hammer zuerst zu schmieden, oder ohne Weiteres zu Schienen auszuwalzen.

In beiden Fällen müssen aber diese Stahlgussblöcke besonders vorsichtig im Schweissofen behandelt werden, damit sie ganz gleichmässig erwärmt und nicht durch die Einwirkung einer zu starken Hitze verdorben werden.

Das zu Kopfplatten ausgewalzte Material besteht nicht immer aus einem

Stück, obgleich dieser Vorgang der beste ist, sondern es werden die Kopfplatten häufig durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe aus körnigem Eisen oder aus Stahl (Puddelstahl) gebildet, wie auch die Fussplatten durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe von sehnigem Eisen gebildet werden. Wenn die Kopfplatten durch Paquetirung einzelner Stäbe gebildet werden, so müssen diese Stäbe in den Paqueten flach gelegt werden. Die aufrechte Stellung der Stäbe in den Paqueten führt zu Spaltungen der Schienenköpfe.

Werden nun aber die Kopfplatten aus ganzen Stücken, oder aus Stücken, welche aus einzelnen Theilen durch Schweissung gewonnen wurden, gebildet, so sind vor der Verwendung dieser aus Eisen oder Stahl bestehenden Kopfplatten zu den Schienenpaqueten, Bruchproben mit denselben anzustellen, um die Qualität und eventuell die gute Schweissung dieser Kopfplatten zu untersuchen.

Diese Bruchproben dürfen aber nicht unter dem Dampfhammer, oder durch sonstiges stossweises Abbrechen vorgenommen werden, sondern mittelst ruhiger Belastung oder unter der Schraubenpresse.

§ 7. Verarbeitung von altem Material (alten Eisenbahnschienen und sonstiges Brucheisen). — Nachdem mit Obigem die Behandlung des neuen Materials bis zur Bildung der Schienenpaquete und bis zum Walzprocess der Stahlschienen genügend erläutert ist, kann nun die Behandlung des alten, wieder zu neuen Schienen zu verarbeitenden Materials folgen.

Das passendste alte Material sind unbrauchbar gewordene Schienen; es können aber auch mit Vortheil unbrauchbar gewordene Schienenbefestigungsmittel und endlich auch andere Eisenabfälle zur Umarbeitung verwendet werden.

Die alten Schienen, so weit man sie nicht bei der Stahlfabrikation (§ 4 und § 5) verwendet, werden nach ihrer Qualität sortirt und mittelst kräftiger Scheeren auf eine Länge abgeschnitten, welche nach Behandlung der Schienenstücke unter der Walze für die Länge der Schienenpaquete passend ist.

Eine derartige Scheere zeigen die Figuren 1 und 2 der Tafel VI. Diese Scheere wird durch eine unmittelbar mit ihr in Verbindung gebrachte Dampfmaschine der einfachsten Construction betrieben, welche ihren Dampf aus den Dampfkesseln der Puddel- und Schweissöfen bezieht. Bei *a* Figur 1, Tafel VI wird die Schiene eingesteckt und durch das Stück *b* gegen das Niederdrücken beim Abschneiden geschützt. Das verstellbare Stück *c* dient als Maass für die Länge der abzuschneidenden Stücke, indem der Arbeiter die Schiene so weit vorschiebt, bis sie an dem Stück *c* ansteht. Die ganze Construction der Dampfscheere ist aus den Zeichnungen so deutlich ersichtlich, dass eine Beschreibung derselben unterlassen werden kann.

Wenn die Schienen abgeschnitten sind, so kommen sie in einen Flammofen und werden hier in eine Weissglühhitze gebracht und sodann zwischen den Walzen breit gewalzt und mit einem Zeichen versehen, welches ihrer Qualität (körnig, sehnig, leicht schweissbar, schwer schweissbar) entspricht.

Die Bezeichnung dieser Stäbe nach ihrer Qualität ist sehr wichtig, besonders wenn man alte Schienen zur Bildung des Fusses oder als erste Lage unter der Kopfplatte in dem Schienenpaquete verwenden will. Die gleichartigen Stäbe werden je in besondere Stösse aufgeschichtet und sodann den Arbeitern zur Paquetirung zugewiesen.

Hat man Schienen von verschiedenen Profilen zu verarbeiten, so bilden sich schon dadurch Stäbe von verschiedener Breite, welche bei der Paquetirung nöthig sind.

Verarbeitet man aber nur ein Profil, so muss auf die Erzeugung von Stäben

zweierlei Breite besonders Bedacht genommen werden. Immer muss aber darauf gesehen werden, dass die Schienenstücke ganz flach gewalzt werden, damit beim Zusammensetzen der aus den Schienen gebildeten Stäbe in dem Paquete keine grösseren Zwischenräume entstehen.

Kleineres Brucheisen, Schienenbefestigungsmittel, Abfälle von den Kopfplatten etc. etc. werden paquetirt und in einer kräftigen Schweisshitze unter dem Hammer geschweisst und sodann auf Stäbe ausgewalzt. Auch hier ist eine Sortirung der Eisengattungen nothwendig, und wenn man gutes, sehniges Kleinmaterial (z. B. Schienennägel) hat, so können aus demselben mittelst Paquetirung und Schweissung sehr gute Fussplatten für die Schienenpaquete gebildet werden.

Die Abfälle von den neuen Schienen werden wie alte Schienen behandelt. Das übrige zu Schienen umzuarbeitende alte Material kann von mancherlei Formen und Dimensionen sein. Immer aber werden die grossen Stücke direct zu Stäben angewalzt und kleinere Stücke durch Paquetirung und Schweissung wieder zu grösseren Stücken und passenden Stäben verarbeitet.

Gussbruchstücke können als Beisatz zum weissen oder halbirten Eisen im Puddelofen oder in den Bessemerretorten und Martin'schen Schmelzöfen zur Schienenfabrikation wieder nutzbar gemacht werden.

§ 8. Bildung der Schienenpaquete. — Wenn nun sowohl das neue als das alte Material zu Kopfplatten, Fussplatten und gewöhnlichen Stäben verarbeitet ist, so wird dasselbe der Paquetirung zugeführt.

Die Kopfplatten, seien sie aus Eisen oder Stahl, welche die Breite und Länge der Schienenpaquete und die in den Bedingnissheften vorgeschriebene Dicke und Qualität haben, werden auf Arbeitsgerüste gelegt; auf die Kopfplatten folgen nun zunächst Stäbe, welche in dem gleichen Hitzgrad, wie diese Kopfplatten schweissen, und sodann die gewöhnlichen Stäbe und endlich die Fussplatte. Es versteht sich von selbst, dass auch die gewöhnlichen Stäbe sich in der Qualität so folgen müssen, dass das körnige Eisen in den Kopf- und das sehnige Eisen in den Fusstheil der Paquete verlegt wird. Die Stäbe sind von verschiedener Breite und müssen so gelegt werden, dass jede folgende Lage die Stossfugen der vorhergehenden Lage circa 5 Centimeter überdeckt.

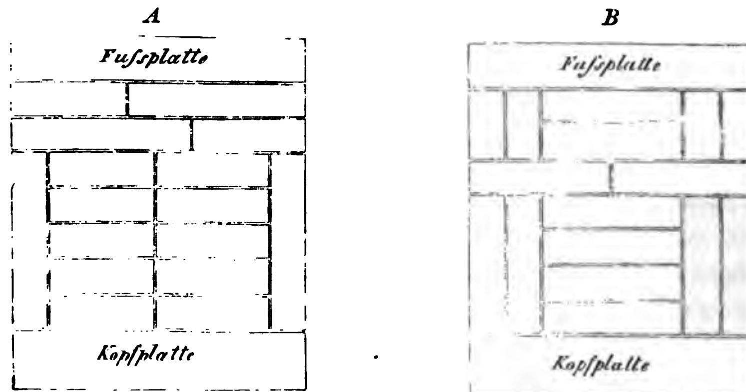
Die Paquetirung wird oft sehr nachlässig vorgenommen und es ist deshalb nothwendig, dass der Aufsichtsbeamte seine Aufmerksamkeit dieser Paquetirung fortwährend zuwendet.

Die Stäbe sollen jeder für sich gleichbreit und gleichdick und gerade gerichtet sein, damit sie sich satt zusammen legen lassen, indem durch grosse Zwischenräume ein Theil der Querschnittsmasse der Paquete verloren geht, wodurch natürlich die Grösse der Pressung des Materials beim Walzen und also auch die Dichtigkeit des Materials der fertigen Schienen geringer wird, als man durch die Vorschriften des geringsten zulässigen Querschnitts der Paquete in den Lieferungsbedingungen erreichen will.

Die Stäbe werden am besten flach gelegt und zwar entweder je zwei oder auch drei von verschiedener Breite neben einander, wodurch die oben gegebene Bestimmung der Ueberdeckung der Stossfugen erreicht wird.

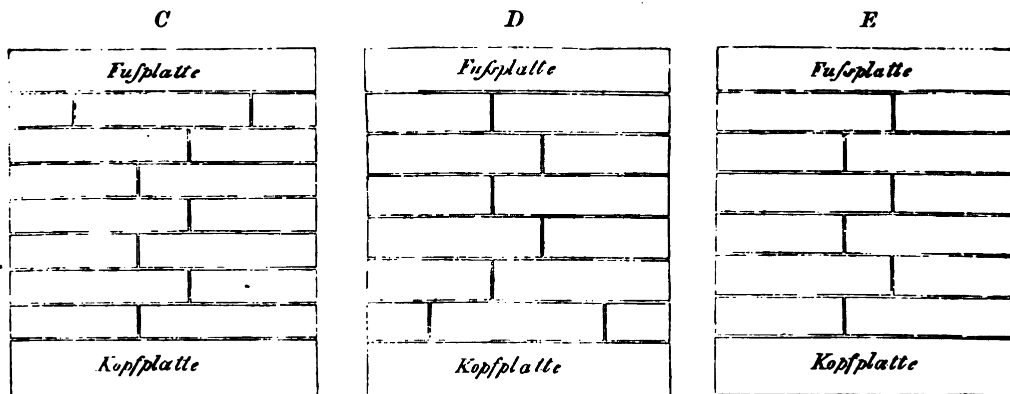
Aufrecht stehende gewöhnlich aus etwas besserer Qualität bestehende Stäbe anzuwenden, wie in nächstfolgender Skizze *A* und *B* angedeutet ist, hindert die Durchdringung der Flamme und das Herauspressen der Schlacke beim Schweissen

und Walzen und werden nur angewendet, um den Schienen eine glatte Oberfläche zu geben, welche Ungeübte bei der Uebernahme für gut geschweisste Schienen hal-



$^1/_5$ der natürlichen Grösse.

ten. Auch ist die Zusammenstellung der Stäbe unter der Kopfplatte in der Skizze *A* durchaus zu verwerfen, weil bei dieser Paquetirung eine Spaltung des Kopfes der Schiene zu befürchten ist.



$^1/_5$ der natürlichen Grösse.

Dagegen sind die vorstehenden Skizzen *C*, *D* und *E* zu empfehlen und neben dieser allgemeinen Anordnung ist darauf zu sehen, dass so wenig als möglich Schweissstellen in den Körper der Schienen kommen, dass also die einzelnen Stäbe möglichst dick gewählt werden.

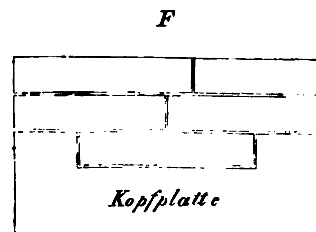
Das Wichtigste bleibt immer die untere Hälfte des Paquetes, das heisst der Theil, welcher den Kopf der Schiene bildet.

Die Paquete werden beim Zusammensetzen deshalb so gelegt, dass die Kopfplatte unten liegt, weil sie so in den Schweissofen gebracht werden, um den Theil des Paquetes, welcher den Fuss der Schiene bilden soll, zunächst der Flamme des Schweissofens auszusetzen, weil dieser Fuss aus sehnigem Eisen bestehen muss, welches in einem grössern Hitzgrad, als die Kopfplatte schweisst, besonders wenn diese Kopfplatte aus einer Puddelluppe direct, oder aus Stahl hergestellt wurde.

Bei der Fabrikation von Schienen mit einem Kopfe aus Bessemerstahl wird häufig der Kopfplatte der in nächstfolgender Skizze *F* gezeigte Querschnitt gegeben,

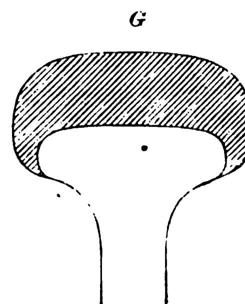
um die Stahlplatte der fertigen Schiene an den Seitenwänden des Schienenkopfes herabzuziehen, wie es die untenstehende Skizze *G* zeigt. Nimmt man die Stahlkopf-

F



1/5 der natürlichen Grösse.

G



1/2 der natürlichen Grösse.

platte des Schienenpaquetes genügend dick, so wird der beabsichtigte Zweck aber auch erreicht, wenn der Querschnitt der Kopfplatte ein einfaches Rechteck bildet.

Wenn der die Fabrikation controlirende Ingenieur schlecht zusammengesetzte Paquete bemerkt, welche den obigen Grundsätzen und den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so lässt er dieselben sogleich auseinander werfen, und die Arbeiter haben die Arbeit noch einmal vorzunehmen. Findet er dieselbe schlechte Arbeit mehreremal, so ist zu verlangen, dass die fahrlässigen Arbeiter beseitigt werden.

Paquetirungen, bei welchen die Stossfugen der einzelnen Stäbe sich nicht überdecken, oder deren Kopfplatte aus zwei oder mehr Theilen besteht, sowie solche Paquete, in welchen etwa die Stäbe nicht horizontal gelegt, sondern vertical gestellt werden, sind unbedingt zu verwerfen, indem sich die Köpfe der aus solchen Paqueten erzeugten Schienen spalten.

Während bei dem Theil des Paquetes, welcher den Kopf der Schiene zu bilden hat, gar keine Zugeständnisse gegen die besprochenen Principien gemacht werden dürfen, kann der dem untern Theile der Vignolesschiene entsprechende Theil des Paquetes mancherlei Aenderungen in Bezug auf das Legen der Stäbe erhalten, wenn dadurch dem Werke Erleichterungen gemacht werden können.

Bei Doppelkopfschienen fallen natürlich derartige Zugeständnisse weg.

§ 9. Behandlung des Materials in dem Schweissofen. — Die gut gelegten Paquete kommen in den Schweissofen, von welchem Figur 6, 7, 8 und 9 auf Tafel VI die Ansicht und 3 Schnitte zeigen.

Die Figuren 10, 11, 12, 13, 14, 15 der Tafel VI zeigen die nöthigen Werkzeuge für den Schweisser.

Die Schienenpaquete werden auf den Paquetwagen Figur 10 und 11 gebracht und zu den Thüren *a* Figur 6 und 9 gefahren. Indem man die Deichsel des Paquetwagens zuerst niederdrückt, um mit dem vordern Theil des Wagens einen Stützpunkt vor der Oeffnung des Schweissofens zu erreichen, wird sodann diese Deichsel wieder gehoben, so dass das Paquet mit Leichtigkeit in den Ofen geschoben werden kann, wo es mit Hülfe der Werkzeuge Figur 12, 13, 14, 15, Tafel VI auf die richtige Stelle gebracht und nach Bedarf gewendet wird.

Der Boden *b* (Figur 7, 8, 9) des Schweissofens besteht aus einer starken Schicht Quarzsand, welche auf einer Schicht Mauerschutt liegt.

Die Feuerbrücke *c* und der Fuchs *d*, Figur 7 und 9, dienen demselben Zwecke wie bei dem Puddelofen. Die beim Schweissprocess sich ausscheidende Schlacke

fliesst bei *f*, Figur 7 und 9, ab. Die abgehende Wärme passirt den Dampfkessel, welcher auch hier zugleich als Rauchfang dient.

Der Rost kann ein Treppenrost, oder wie es die Zeichnungen zeigen, ein gewöhnlicher aus schmiedeeisernen Stäben gebildeter horizontaler Rost sein, je nachdem das Brennmaterial beschaffen ist. Der Rost fällt ganz weg, wenn, wie es sehr zu empfehlen ist, der Schweissofen durch die in einem Siemens'schen Regenerator-Gasofen bereiteten Gase (siehe Band IV p. 227) geheizt wird.

Der ganze Raum des Schweissofens ist mit feuerfestem Material ausgefüttert.

Der Schweissprocess hängt sehr viel von der Geschicklichkeit der Arbeiter ab. Durch gute Kenntniss der Eigenthümlichkeiten des Materials und durch Fleiss beim Wenden und Placiren der Schweissstücke, so dass dieselben gleichmässig erwärmt werden, und eine gleichmässige saftige Schweisshitze erhalten, können die Schweisser nicht nur das Schweissen selbst zum guten Ende bringen, sondern auch günstig auf die Qualität des Materials und auf die gute Walzung einwirken.

Besitzen die Schweisser die obigen Eigenschaften nicht, so können sie der Güte des Materials schaden, grossen Abgang (Abbrand, Kalo) herbeiführen und durch mangelhafte Schweissung schädlich auf die übrigen Processe einwirken und den Ausschuss namhaft vergrössern.

Die aus einer Puddelluppe erzeugte Kopfplatte aus körnigem Eisen und noch mehr die aus Bessemerstahl oder Martinstahl hergestellte Kopfplatte ertragen, wie schon oben gesagt, eine geringere Hitze als der aus sehnigem Eisen bestehende Fusstheil des Paquetes. Es sind deshalb diese Kopfplatten gegen die zu frühe und heftige Einwirkung der Flamme zu schützen und mit aller Vorsicht einer gleichmässigen Schweisshitze bis zu dem Zeitpunkte zuzuführen, wo der übrige Theil des Paquetes diese Schweishitze erlangt hat.

Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so wird das Paquet aus dem Schweissofen wieder auf den Paquetwagen gebracht und den Walzen zugeführt.

In einem Schweissofen werden in 12 Stunden etwa 7 Chargen (ein einmaliges Beschicken des Ofens heisst eine Charge) à 4 Paquete geschweisst.

Die Behandlung der Stahlgussblöcke, aus welchen die Stahlschienen gewalzt werden, muss eine ganz besonders vorsichtige sein, wenn die Qualität des Stahles nicht nothleiden soll. Der Stahlgussblock darf nur langsam erwärmt werden und nur wenn er durchaus die gleiche Wärme — eine kräftige Rothglühhitze — erhalten hat, dem Walzprocess zugeführt werden. Eine Weissglühhitze würde demselben um so schädlicher werden, je grösser der Härtegrad des Stahles ist.

Je gleichmässiger der Hitzgrad ist, unter welchem die Stahlgussblöcke gewalzt werden, desto besser ist das Resultat des Processes, weshalb diese Stücke nicht wie die Schienenpaquete nach einer einmaligen Behandlung im Flammofen oder, wie man sich in den Hütten ausdrückt: »in einer Hitze«, fertig gewalzt werden, sondern zwei- bis dreimal den Flammofen (Schweissofen) passiren.

§. 10. Walzprocess. — Wenn die Schienenpaquete eine gute Schweisshitze oder die Gussstahlblöcke eine kräftige Rothglühhitze erhalten haben, so werden sie auf den Paquetwagen Fig. 10 und 11, Tafel VI gebracht und den Walzen oder, wie man sich in der Hütte ausdrückt, der Walzenstrasse zugeführt.

Die Walzenstrassen, welche zur Schienenfabrikation dienen, haben häufig nur zwei Walzenreihen übereinander, während die Walzenstrassen für andere Zwecke oft drei Walzenreihen übereinander haben, oder auch zum Rück- und Vorwärtswalzen eingerichtet sind. Es werden aber neuerdings auch beim Schienenwalzen häufiger als

früher drei übereinander liegende Walzenreihen angewendet.[2]) Wir können uns jedoch auf die Beschreibung einer Walzenstrasse mit zwei Walzenreihen beschränken.

Die untere Walzenreihe wird entweder direct durch die Welle eines Wasserrades oder einer Dampfmaschine bewegt, oder es wird die Kraft dieser Welle erst durch Räderübersetzung auf die Walzenreihe übertragen.

Beide Walzenreihen sind durch Räder mit einander verkuppelt.

Eine einfache und practische Anordnung einer Walzenstrasse zeigen die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6 der Tafel VII.

Aus der Ansicht der Walzenstrasse Figur 1 ist zu entnehmen, dass dieselbe 3 Walzengestelle enthält, welche 2 Walzen für die Kopfplatten, 2 Walzen für das Vorwalzen und 2 Walzen für das Fertigwalzen der Schienen enthalten.

Mit Hülfe dieser 3 Paare Walzen wird das Kopfplattenmaterial, das Fussplattenmaterial, das alte Schienenmaterial für die Schienenpaquete gewalzt, und werden sodann Letztere selbst zu fertigen Schienen ausgewalzt.

Wenn Stäbe aus neuem Eisen für die Paquete gewalzt werden sollen, so wird das Gestell für die Kopfplattenwalzen mit entsprechenden Walzen versehen. Wenn aber mehr als eine Walzenstrasse vorhanden sind, so wird gewöhnlich eine Walzenstrasse für die vorbereitenden Arbeiten und eine andere für das Fertigwalzen eingerichtet.

Die Walzen bestehen aus hartem dichten Gusseisen, welche unter dem Namen Hartguss bekannt ist, aber nicht mit dem Schaalengusse zu verwechseln ist, welcher für Feineisenwalzen häufig zur Anwendung kommt.

Die Figur 3 zeigt einen der 2 Walzenständer der Walzengestelle mit seinen verstellbaren Achslagern.

Die Figur 2 zeigt einen der Ständer des Gestelles A Figur 1, welches die Räder zum Uebertragen der Bewegung einer Walzenreihe auf die andere enthält.

Diese Räder werden gewöhnlich Krauselwalzen genannt, und demnach die betreffenden Ständer Krauselständer.

Figur 6 zeigt diese Krauselwalzen in grösserem Maassstabe. Jede Krauselwalze besteht gewissermaassen aus zwei Rädergetrieben an einem Stücke, deren Zähne aber versetzt sind, um ein ruhiges und sicheres Eingreifen zu erwirken. Auch die Krauselwalzen sind aus Gusseisen von bester Qualität hergestellt.

Es ist ferner aus Figur 1 zu entnehmen, dass die Achse der untern Walzenreihe eine Fortsetzung der Schwungradachse der Dampfmaschine bildet. Diese Einrichtung ist übrigens nur dann mit Vortheil anzuwenden, wenn die Dampfmaschine die genügende Anzahl Umdrehungen (80—100 in der Minute) machen kann und wenn sie nur eine Walzenstrasse zu treiben hat. Macht die Dampfmaschine weniger Umdrehungen, oder versieht sie zwei Walzenstrassen, so wird die Uebertragung der Bewegung auf die Walzenstrasse durch Räderwerk vermittelt. Bei dem Dreiwalzen-

---

[2]) In dem Petzholdt'schen Werke wird pag. 14 über das Dreiwalzensystem gesagt: Die Anordnung mit drei übereinanderliegenden Cylindern, wie es in Belgien durchgängig der Fall ist, bietet den grossen Vorzug einer richtigen Vertheilung der Arbeitsräume (passages) in den Cylindern, die Möglichkeit einer Trennung der aufeinander folgenden Cannelüren durch gehörige Materialstärken, und die möglichste Beschleunigung der Walzarbeit. Bei der in Deutschland üblichen Anordnung mit nur zwei Walzen muss bekanntlich das Walzstück von einem Caliber aufs andere über die obere Walze hinweggeschafft werden, woraus bedeutender Zeit- und Wärmeverlust resultirt; während bei drei Cylindern das Walzen von beiden Seiten her geschieht und daher durch jeden Hin- und Hergang des Stückes eine neue Formveränderung vollbracht wird.

system bildet nicht die untere, sondern die mittlere Walzenachse die Fortsetzung der Dampfmaschinenachse, wenn die Walzenstrasse ohne Vermittlung von Räderwerk getrieben wird.

Die verschiedenen Walzen sind durch Kupplungen *a a a* mit einander verbunden, ebenso auch in unserm Falle die Schwungradachse mit der Achse der untern Walzenreihe durch die Kupplung *b* Figur 1.

Diese Kupplung unterscheidet sich aber von den übrigen Kupplungen dadurch, dass sie nur so stark sein darf, um bei Störungen im Walzprocess zu brechen, ehe ein Bruch einer Walze erfolgen kann.

Die Figuren 4 und 5 zeigen die Theile dieser Kupplung unter der Bezeichnung: Brechmuffe und Brechspindel.

Von den richtigen Dimensionen dieser unscheinbaren Theile hängt sehr oft der ungestörte Betrieb einer Walzhütte ab.

Durch eine Klauenkupplung *c* Figur 1 wird die Brechspindel unmittelbar mit der Schwungradwelle verbunden und es kann bei vorkommenden Brüchen der Brechspindel, oder der Brechmuffe durch Auseinanderrücken dieser Klauenkupplung, welche mit Schrauben verbunden ist, eine schnelle Auswechslung dieser Theile bewerkstelligt werden.

Zum Betriebe einer Walzenstrasse, wie sie die Zeichnung der Tafel VII zeigt, ist eine Kraft von 100 Pferden nöthig, wobei die Betriebsmaschine und also auch die Walzen 80 bis 100 Umdrehungen in der Minute machen.

Das Schwungrad ist bei der directen Verbindung der Schwungradwelle mit den Walzen von bedeutendem Gewichte (300 bis 400 Centner).

Eine grosse Rolle bei der guten Walzung spielt die Cannelirung der Walzen, das heisst der Uebergang in die Dimensionen der einzelnen Eindrehungen der Walzen.

Eine richtige Cannelirung muss eine möglichst gleichmässige Verdichtung und Streckung der Walzstücke bewirken und der Beschaffenheit des Materials der Walzstücke entsprechen. Hartes Material erfordert eine öftere Passirung durch die Walzen oder also eine grössere Anzahl von Cannelüren, als weiches, dehnbares Material. Bei Walzwerken, welche zu langsam und mit zu wenig Kraft betrieben werden, muss oft der Walzprocess unterbrochen und das Walzstück wiederholt erwärmt werden, ehe es alle Cannelüren passirt hat. Die Bestimmung der Anzahl und Form dieser Cannelüren für verschiedene Materialien und Querschnittsformen erfordert viele practische Erfahrungen, welche sich oft auf viele kostspielige Versuche stützen müssen.

Es ist hier nicht der Ort hierauf näher einzugehen und es wird nur darauf aufmerksam gemacht, dass die Anzahl der Cannelüren für die gegenwärtigen Schienenprofile nicht weniger als 12 betragen soll und dass die ersten zwei Cannelüren der Vorwalzen einen bedeutenden Druck auf die Schienenpaquete ausüben müssen, weil während des Passirens dieser Cannelüren die Schweissung vollzogen wird, wenn dieselbe nicht unter dem Dampfhammer vorgenommen wurde.

Im Allgemeinen ist die Cannelirung eine gute, wenn das Walzstück beim Verlassen der Cannelüren ohne Kantenrisse und gerade ist, weil aus diesem Umstande auf eine dem Material entsprechende, gleichmässige Streckung des Walzstückes geschlossen werden kann.

Die Kantenrisse (Risse an den Köpfen oder Füssen der Schienen) zeigen sich aber auch bei guter Cannelirung der Walzen, wenn schwefelhaltiges (rothbrüchiges) oder ungares Eisen verarbeitet wird.

Das Walzstück, welches der Walzenstrasse zugeführt wird, passirt nach und

nach die einzelnen Cannelüren, indem es bei der Anwendung von zwei Walzenlinien durch Auflegen auf die obere Walze wieder zurückgeführt wird. Die Walzstücke werden während des Walzprocesses nicht nur den Cannelüren entsprechend, sondern auch ein- oder zweimal so gedreht, dass die Streckung des Walzstückes nach den beiden Längenrichtungen der Schienen geschieht. Letzteres wird noch vollkommener bei dem Dreiwalzensysteme erreicht. Die Zuführung von Wasser auf die Zapfen der Walzen dient zur Abkühlung derselben, welche sich sonst zu sehr erhitzen und zu rasch abnützen würden.

Der Walzprocess dauert bei der angegebenen Umdrehungsgeschwindigkeit für eine Eisenschiene und bei guten Eisensorten, welche in einer Schweisshitze gewalzt werden können, etwa 2 Minuten.

Das Walzen von Stahlschienen dauert länger, weil dieselben ein- bis zweimal zwischen dem Walzprocess wieder erwärmt werden müssen. Der Uebergang von einer Cannelüre auf die andere oder also der Grad der Streckung, welche die Stahlschienen beim Passiren einer Cannelüre erhält, muss ein geringerer, als bei den Eisenschienen sein.

Es muss also entweder die Zahl der Cannelüren vermehrt werden, oder man hilft sich durch Stellen der Walzen mit den Schrauben *d d* Fig. 1 und 5, Tafel VII in der Art, dass die Stahlstücke eine und dieselbe Cannelüre zwei- bis dreimal passiren müssen.

Wird das Schienenpaquet oder der Stahlblock vor dem Walzprocess unter dem Dampfhammer gestreckt, so wird der Walzprocess der Grösse dieser Arbeit entsprechend abgekürzt.

Bei der Fabrikation von Bessermerstahlschienen hält man das Walzen derselben aus dem rohen, ungehämmerten Stahlblock (Ingot) für eine Probe der Stahlqualität; es halten allerdings nur gute zähe Stahlsorten die Walzung ohne vorheriges Hämmern aus. Diese dem Walzprocess vorausgehende Bearbeitung des Stahlblockes unter dem Hammer, vertheuert die Fabrikation der Bessemerstahlschienen nicht unbedeutend, trägt aber unzweifelhaft zu einer bessern und gleichmässigeren Verdichtung des Materials bei, weil die Hammerschläge auf alle Seiten des Stahlblockes geführt werden können.

§ 11. Abschneiden der Schienen. — Wenn die Schienen die letzte Cannelüre *f*, Fig. 1, Tafel VII, passiren, so steht vor dieser Cannelüre der Wagen *A*, Fig. 8 und 9, Tafel VII, bereit, auf deren Rollen *a a* die Schienen noch im hohen Hitzgrade sich auflegen.

Mit Hülfe dieses Wagens werden die Schienen vor die Schienensäge Figur 7, 8, 9, Tafel VII, gebracht.

Die Figur 7 zeigt die Hälfte dieser Schienensäge in der Vorderansicht und die Figur 9 die andere Hälfte im Grundriss, während Figur 8 die Seitenansicht giebt.

Die Schienensäge besteht demnach aus zwei Circularsägen, welche auf die normale Länge der Schienen auf einem Gerüste festgestellt sind.

Bei den abnormalen Längen der Schienen werden zwei Schnitte gemacht, während die normalen Schienen an beiden Enden zugleich abgeschnitten werden.

Hie und da sind auch die Schienensägen zum Stellen auf die verschiedenen Längen eingerichtet.

Von dem Wagen *A* Fig. 8 und 9 wird die Schiene auf den mit Walzen *b b b* versehenen Schlitten *B* gebracht. Dieser Schlitten wird mit Hülfe des Hebels *g*

Figur 8 und deren Zugstangen *h h* Figur 7, 8, 9 gegen die Circularsäge gezogen, worauf der Schnitt in ein paar Secunden vollendet wird.

Diese Arbeit muss durch einen gut eingeübten Arbeiter geschehen, damit die Schienen nach dem Erkalten nicht kürzer oder länger, als vorgeschrieben ist, sind. Der Arbeiter muss nämlich den Hitzgrad der abzuschneidenden Schienen an der Farbe gut erkennen, und wenn ihm Schienen von höherem Hitzgrade zum Abschneiden zugeführt werden, so muss er mit dem Abschneiden so lange warten, bis der richtige Hitzgrad eingetreten ist. Ein geübter Arbeiter kann diesen Zeitpunkt so genau erkennen, dass nur noch etwa 5% der abgeschnittenen Schienen nach dem Erkalten einer Nachhülfe auf der Schienenfraise bedarf, welche Fig. 8 und 9, Tafel VII, zeigt.

Wenn die Schienen abgeschnitten sind, so werden sie über Rollen weiter transportirt, welche in der Verlängerung des Schlittens *B*, Figur 8 und 9, Tafel VII, angebracht sind.

Wenn die Schienen seitwärts zur Walzhütte hinaus, also in rechtwinkliger Richtung zu der Schienensäge geschafft werden müssen, so ist der erste Theil dieser Rollen auf einem Wagen angebracht, welcher zum Drehen um einen Zapfen *a*, Figur 1 und 2, Tafel VIII, eingerichtet ist und am anderen Ende auf einer Rolle *b* läuft.

§ 12. Richten der Schienen im warmen Zustande. — Die Schienen werden nun, immer noch im stark glühenden Zustande auf den Kühlplatz geschafft, und zwar zunächst auf die beiden Richtplatten Figur 3, 4 und 5, Tafel VIII, gebracht.

Auf der geraden Richtplatte Figur 3 und 4 werden die Schienen auf die Seite gelegt, so dass also der Kopf und Fuss auf der Platte liegt und sodann mit hölzernen Schlägeln gerade gerichtet.

Auf der convexen Richtplatte Figur 4 und 5 werden dieselben auf den Fuss gelegt und der Platte entsprechend gekrümmt, damit sie nach dem Erkalten auch in dieser Richtung möglichst gerade sind.

Es ist leicht einzusehen, dass bei der Verschiedenheit des Querschnittes des Kopfes und des Fusses der Vignolesschiene eine ungleiche Abkühlung und also ein Krümmen der Schienen während dieser Abkühlung entsteht. Es würde deshalb die Schiene, wenn sie im glühenden Zustande gerade gerichtet würde, im kalten Zustande gekrümmt sein.

Diesem Krümmen wirkt die auf Erfahrung mit dem jeweiligen Schienenprofil gegründete Biegung der glühenden Schiene entgegen und zwar mit um so mehr Erfolg, je mehr der Arbeiter den Hitzgrad zu beurtheilen weiss, unter welchem er die Schiene krümmt.

Bei dem Richten auf der geraden oder convexen Richtplatte ist mit grosser Vorsicht umzugehen, damit die Schienen keine Biegung des Steges erhalten, weil dadurch der Kopf der Schiene in eine unsymmetrische Lage zu dem Fusse kommt, was beim Legen der Schienen zu dem Missstand führt, dass die Köpfe an dem Schienenstoss nicht zusammen passen und dass in Folge der ungleichartigen Neigung der Schienenköpfe und also auch deren Oberfläche die nach einem bestimmten Winkel geneigten Laufflächen der Räder der Eisenbahnfahrzeuge abwechselnd, und zwar oft von Schiene zu Schiene auf einem verschiedenen Raddurchmesser laufen, was eine der Ursachen des Hin- und Herlaufens — Schleuderns — der Eisenbahnfahrzeuge namentlich auf neu gelegten Bahnstrecken bildet.

Es ist dem die Schienenfabrikation überwachenden Ingenieur dringend anzu-

rathen, diesem Umstand, welcher wenig genug beachtet wird, besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

§ 13. Appretur der Schienen. — Wenn die Schienen auf dem Kühlplatz erkaltet sind, so werden sie mit Hülfe eines Wagens, welchen die Figur 10, Tafel VII, in einer guten Zusammensetzung zeigt, der Appretur zugeführt.

Es kommt nicht selten vor, dass die Schienen an den Köpfen und Füssen kleinere verticale Risse zeigen, welche in den Hütten durch Verstemmen mit dem Handhammer, durch Schweissen in einem Schmiedefeuer und durch Feilen zu beseitigen gesucht werden.

Diese Arbeiten werden gewöhnlich zunächst nach dem Richten und Abkühlen der Schienen vorgenommen.

Der controlirende Ingenieur hat diesen Reparaturarbeiten aber enschieden entgegen zu treten.

Die Risse und Löcher der frisch gewalzten Schienen rühren, wie schon in § 9 bemerkt, häufig von schlechter Qualität des verwendeten Materials, namentlich der Kopfplatten, oder von Mängeln bei dem Zusammensetzen der Paquete oder bei dem Schweissprocess und dem Walzprocess her.

Wenn nun an dem Kopf der Schiene unter keinen Umständen eine Reparatur geduldet werden darf, und alle Schienen, welche am Kopfe irgend einen Mangel nach dem Walzprocess zeigen, zu verwerfen sind, so kann ausnahmsweise oft an dem Fuss der Schiene eine kleine Nachhülfe zugestanden werden, wenn die Tragfähigkeit der Schiene dadurch nicht benachtheiligt wird.

Am besten ist es allerdings jede Reparatur an den Schienen zu untersagen und dieselben nur als übernahmsfähig zu erklären, wenn sie die reine Oberfläche zeigen, welche sie nach dem Walzprocess erhalten haben.

Ein Bestreichen der Schienen mit irgend einem Deckungsmittel soll stets die Folge haben, dass dieselben von der Uebernahme ausgeschlossen werden.

Diejenigen Schienen, welche nach dem Abschneiden nicht die richtige, innerhalb der zugestandenen Toleranz liegende Länge haben, werden, wenn sie zu lang sind, zu der Schienenfraise Figur 8, Tafel VIII, oder einer andern für die Nacharbeit passenden Maschine geführt, dort festgeklemmt und durch die in der Scheibe *a* Figur 8 und 9 befestigten Messer auf ihre richtige Länge abgearbeitet. Die zu kurzen Schienen werden, wenn es angeht, auf eine kürzere Schienensorte abgeschnitten.

Die übrigen Schienen und sodann auch die nachgearbeiteten Schienen kommen auf die Geraderichtmaschine, wovon die Figur 6 und 7, Tafel VIII, eine sehr gute doppelwirkende Construction zeigt, und werden auf die Unterlagen *a a* gelegt, so dass sie auf eine Länge von circa 1 Meter freiligen.

Die Stempel *b b* haben einen gleichmässigen Hub und die grössere oder kleinere Einwirkung dieser Stempel hängt von einem keilförmigen Stücke ab, welches der Arbeiter mit dem der nöthigen Durchbiegung entsprechenden Theile zwischen den Stempel und die Oberfläche der Schiene bringt.

Die Schienen sollen im kalten Zustande nur von kleineren Biegungen befreit werden. Grössere Biegungen müssen im warmen Zustande vorgenommen werden, um das Material der Schienen gegen zu starkes und deshalb schädliches Zusammendrücken und Auseinanderziehen im kalten Zustande zu schützen. Von der Geraderichtmaschine kommt die Schiene auf die Lochmaschine für Laschenlöcher, von welcher die Figur 10 und 11, Tafel VIII, eine gute und einfache Construction zeigen.

Diese Maschine locht bei jedem Hub nur ein Loch, während da und dort auch Maschinen in Verwendung sind, welche beide Laschenlöcher zu gleicher Zeit lochen. Letzteres ist sogar oft eine Vorschrift in den Bedingnissheften.

Wenn je ein Loch mit einem Hube des Stempels gelocht wird, so bringt man die Schiene so unter die Maschine, dass sie mit dem Kopfe an einem Anschlagstücke anstösst.

Diese Lage entspricht dem zweiten Laschenloche der Schienen. Um nun das richtige Maass für das erste dem Schienenende zunächst liegende Laschenloch zu erhalten, bringt man zwischen das Anschlagstück und das Schienenende ein zweites Stück, dessen Breite genau so gross wie die Entfernung beider Laschenlöcher ist, und locht in dieser Lage das erste Laschenloch.

Nachdem die Schiene an beiden Enden gelocht ist, kommt sie unter die Stossmaschine für die Nagellöcher oder Einklinkungen, welche die Figuren 12 und 13 zeigt.

Hier stösst man die Schiene an den rückwärts liegenden Anschlag an und locht beide Löcher oder Nuthen mit einem Hub der Maschine.

Ist auch diese Arbeit geschehen, so werden die Gräthe, welche die Schienen beim Lochen erhalten haben, mit einer Feile beseitigt, die Schiene auf den Schienentransportwagen Figur 10, Tafel VIII, gebracht und dem Lagerplatze zugeführt.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Arbeitsmaschinen einer Schienenwalzhütte von sehr verschiedener Construction sein können und es auch in der That sind. Da dieselben aber immerhin auf die Güte der Arbeit von Einfluss sind, so ist es von Werth, wenn der Ingenieur erprobte und einfache Constructionen kennt, weil er in die Lage kommen kann, die Beischaffung anderer Hülfsmaschinen von dem Lieferanten zu verlangen, wenn er zu der Ueberzeugung gelangt ist, dass die oft sehr primitiv construirten Hülfsmaschinen die Hauptursache mangelhafter Arbeit sind.

§ 14. **Probiren der Schienen.** — Auch die Vorrichtungen zum Probiren der Schienen auf ihre Elasticität und Bruchsicherheit, sowie auf ihre gute Schweissung können auf mancherlei Weise angeordnet werden.

Es wird aber dem Zwecke dieser Abhandlung dienen, auch über diese Vorrichtungen wenigstens skizzenhafte Zeichnungen beizufügen.

Diesem Zwecke mögen die Figuren 1, 2, 3, 4, Tafel IX, dienen.

Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Vorrichtung zur Erprobung der Elasticität.

Die Figur 4 zeigt eine Fallvorrichtung zur Feststellung der Bruchsicherheit und die Figur 3 zeigt eine Schraubenpresse zur Untersuchung der Schienen auf ihre gute Schweissung und auf ihre Beschaffenheit bezüglich des Kornes und der Sehne des Materials.

Eine Bemerkung ist nur bezüglich der Hebelpresse Figur 1 und 2 nöthig.

Es ist nämlich zur Sicherung der Elasticitätsprobe erforderlich, dass der Druck des Gewichtes stets senkrecht auf den Kopf wirkt. Es muss deshalb darauf gesehen werden, dass der Hebel der Presse während der Probe immer in der horizontalen Lage bleibt, woraus folgt, dass der Drehungspunkt der Presse verstellbar eingerichtet werden muss, was in Figur 1 und 2 durch die starke Schraube $a\, a$ geschieht. — Bei den Proben mit diesen Vorrichtungen handelt es sich, nachdem bezüglich des zu den Schienen zu verwendenden Materials das Nöthige schon früher gesagt wurde, nur um die Erprobung und Untersuchung der fertigen Schienen zum Zwecke ihrer Uebernahme.

Die äussere Besichtigung und Abmessung der Schienen erfolgt schon ehe die-

selben gelocht werden, um bei dem Ausschuss diese Arbeit zu ersparen. Die Abmessungen der Löcher werden natürlich ebenfalls noch controlirt.

Die Länge der Schienen und das Profil derselben wird mittelst Schablonen gemessen, deren Originalien in der Verwahrung des Uebernahmsbeamten bleiben.

Obgleich nun in den meisten Bedingnissheften über die Lieferung von Schienen keine Abweichung von dem genauen Profil derselben gestattet ist, so ist es doch nicht einmal mit den grössten Opfern möglich, eine mathematische Genauigkeit für die ganze Lieferung zu erzielen, und es ist Sache des Uebernahmsbeamten die Toleranz zu gestatten, welche die Fabrikation grosser Massen verlangt.

Die Genauigkeit in dem Profil der Schienen liegt hauptsächlich an der letzten Cannelüre der Walzen, und da die Schiene diese Cannelüre liegend passirt, so kann in Beziehung auf die Breitenmaasse der Schiene eine sehr grosse Genauigkeit durch die Stellung der Walzen erzielt werden. Nicht so verhält es sich mit dem Höhenmaasse der Schienen, weil hier die seitliche Abnutzung der Walzen ins Spiel kommt, welche ziemlich bedeutend ist, und sich nur durch ein tiefgehendes Abdrehen der Walzen wieder verbessern lässt, welches natürlich die Walzen bald ganz unbrauchbar macht.

Es ist zulässig, dass die Differenz in der Höhe der Schienen höchstens $^1/_2{}^{mm}$ beträgt.

Um aber die durchschnittliche Höhe der Schienen der ganzen Lieferung auf das richtige Maass der Schienen zu bringen, ist es nöthig, die letzte Cannelüre der neuen oder nachgedrehten Walzen um die Hälfte der Toleranz, also um circa $^1/_4{}^{mm}$ kleiner zu machen.

Da die seitliche Abnutzung der Cannelüre auch die Neigung des Schienenkopfes ändert, so ist auch hierauf die Aufmerksamkeit zu richten und sobald diese Neigung oder eigentlich die Abrundung des Schienenkopfes merklich zunimmt, das Nachdrehen der Walzen zu verlangen, was je nach der Härte des Materials nach der Walzung von 10000 bie 15000 Centner Schienen eintreten wird.

Nachdem die Abmessungen der Schienen controlirt und bei dieser Gelegenheit die Schienen genau besichtigt sind, ob nirgends ungeschweisste Stellen, oder sonstige Mängel vorhanden sind, werden die Schienen den Proben auf ihre Elasticität mit den im Bedingnisshefte vorgeschriebenen Gewichten und dem bedungenen Procentsatz der Lieferung unterworfen. Dabei ist wohl zu beobachten, dass zu diesen und den folgenden Bruchproben statt der guten Schienen theilweise die Schienenenden und Theile der beim Walzen oder beim Prüfen der Dimensionen und des äusseren Ansehens ausgeschlossenen Schienen, verwendet werden können, wie es überhaupt Regel für einen tüchtigen Uebernahmsbeamten sein muss, den soliden mit zuverlässigen und ehrlichen Arbeitskräften arbeitenden Fabrikanten gegen unnöthigen Schaden zu schützen, während er allerdings oft genug genöthigt wird, sich bei mangelhafter und selbst unredlicher Gebahrung in den Hütten durch zahlreiche Bruchproben aus den zur Uebernahme vorgelegten Schienen gegen die Uebernahme schlechter Waare zu schützen.

Der Schaden, welcher durch die nothwendige Ausdehnung der Bruchproben den Lieferanten trifft, ist oft das einzige Mittel derartige Werke zu einer besseren Fabrikation zu veranlassen.

Um die Elasticitätsproben mit Sicherheit vornehmen zu können, sollen die zu probirenden Schienen in Längen verwendet werden, welche nicht viel über die Unterstützungspunkte hinausreichen. Es muss ferner darauf gesehen werden, dass das Gewicht langsam, also ohne Stoss, auf die Schienen zu wirken kommt, und dass das

Gewicht senkrecht auf die Längenachse der Schiene wirkt Bei den Schienen mit breitbasigem Fusse wird die Elasticitätsprobe nur gemacht, wenn die Schiene auf dem Fusse steht; bei Doppelkopfschienen, welche beiderseitig verwendet werden sollen, natürlich auch nach beiden Richtungen.

Um die etwa vorkommenden bleibenden Einbiegungen der Schienen messen zu können, wird der Kopf der Schienen seitwärts mit Kreide angestrichen und in diesem Anstrich mit einer Reissnadel eine feine Linie nach einem geraden eisernen Lineal gezogen.

Nach der Probe legt man das Lineal genau an die Endpunkte dieser Linie und zieht wieder eine feine Linie, welche sodann die Abweichung markirt.

Die Elasticitätsprobe ist hauptsächlich bei der Stahlschiene von grossem Werthe, um mit Hülfe der grösseren Elasticität, welche der Stahl gegenüber von Eisen besitzt, die Grenze beurtheilen zu können, wo der Stahl in Eisen übergeht, welche natürlich bei der Uebernahme von Stahlschienen nicht erreicht werden darf.

Ein Theil der auf ihre Elasticität erprobten Stücke wird nun zum Brechen unter dem Fallklotz und ein Theil zum Brechen unter der Schraubenpresse verwendet.

Hier muss nun vor Allem die Bemerkung Platz finden, dass es eines der Hauptkunststücke gewisser Werksbeamten ist, unkundigen Ingenieuren die körnige Textur des Schienenkopfes und die gute Schweissung der Schienen durch Bruchstücke zu beweisen, welche unter dem Dampfhammer, oder überhaupt unter der Einwirkung kräftiger Stösse gebrochen wurden.

Jeder kann sich von der Unrichtigkeit dieses in den Schienenwalzhütten beliebten Beweismittels überzeugen, wenn er eine Schiene mit sehniger Textur an dem Kopfe 3 bis 5^{mm} einhauen lässt, dieselbe sodann mit dem Kopf auf zwei circa 0^{m},5 entfernte feste Stützpunkte legt und das Stück mit dem Dampfhammer rasch abschlägt. Der Kopf zeigt bei dieser Probe trotz der sehnigen Textur keine Sehne, sondern einen dem körnigen Eisen ähnlichen Bruch; er zeigt auch keinen Schweissfehler, selbst wenn er solche enthält.

Die Erklärung ist einfach: Durch den raschen Schlag wurden die Sehnen abgerissen, denn dieselben hatten eben so wenig Zeit sich vorher zu dehnen, als die schlechten Schweissstellen sich zu öffnen.

Die Bruchprobe unter dem Fallklotz dient also einzig nur dazu, um den Grad der Bruchsicherheit der Schienen zu untersuchen, und ist bei phosphorhaltigem oder schlecht gepuddelten Eisen, sowie bei den Stahlschienen eine nothwendige Probe.

Die Unterlage der zu brechenden Schienen muss eine unnachgiebige sein, also aus einem schweren Gusseisenblock, welcher auf einem Steinfundament sitzt, bestehen.

Die Bruchproben richten sich natürlich nach den Bestimmungen des Bedingnissheftes.

Als Beispiel über das Verhalten von Eisen- und Bessemerstahlschienen bei den Elasticitäts- und Bruchproben mögen hier die Durchschnittswerthe eingehender Proben Platz finden, welche mit Schienen nach den Profilen der österreichischen Südbahn-Gesellschaft angestellt wurden.

Die Eisenschienen sind aus alten Schienen mit einer Kopfplatte aus neuem Feinkorneisen, welche aus einer Puddelluppe hergestellt wurde, erzeugt worden.

Die Bessemerstahlschienen sind aus einem Stahlblock direct, also ohne vorheriges Schmieden erzeugt worden.

Die freie Auflage hat bei den Proben 0,948 Meter betragen. Der Fallklotz war 20 Centner schwer.

Es zeigen sich folgende Durchschnittsresultate:

A. Schienen von Eisen:

Elasticitätsgrenze bei der ruhigen Belastung von Zoll-Centner	Der Bruch erfolgt bei einer Fallhöhe von Meter	Bemerkung.
260	9,483	

B. Schienen von Bessemerstahl.

Kohlengehalt des Stahles in Procenten	Elasticitätsgrenze bei der ruhigen Belastung von Zoll-Centner.	Der Bruch erfolgt bei einer Fallhöhe von Meter	Bemerkungen.
0,25 bis 0,29	345	8,535	Eine Schiene hat den Schlag von 9,483 Meter Höhe ausgehalten
0,30 bis 0,35	362	6,638	Desgleichen von 6,954 Meter
0,36 bis 0,43	370	5,690	
0,54	425	3,793	Eine Schiene hat den Schlag von 3,793 Meter Höhe ausgehalten, eine Schiene ist schon bei 3,161 Meter Höhe gebrochen.

Um die so schädlichen Schweissstellen zu entdecken und gleichzeitig die wirkliche Textur der Schienen kennen zu lernen, giebt es kein besseres Mittel als die Probe unter der Schraubenpresse.

Die Schienen werden unter der Presse nach beiden Seiten langsam gebrochen, indem man einen Theil derselben nur am Fuss und einen Theil derselben nur am Kopfe circa 5 Millimeter einhaut.

Diejenigen Schienen, welche am Fusse eingehauen sind, werden auf den Fuss gelegt und über den Kopf gebrochen, während die am Kopfe eingehauenen Schienen auf den Kopf gelegt und über den Fuss gebrochen werden.

Das Pressen muss ganz langsam und ohne jeden Stoss vor sich gehen, worauf sich bei dieser Probe an den Bruchstellen nicht nur die Textur des Materials, son-

dern auch jede schlechte Schweissstelle deutlich zeigt, indem die mangelhaft oder gar nicht geschweissten Stellen sich abtrennen und sich gegeneinander verschieben.

Bei den Bruchproben ist auf die Lufttemperatur und demgemäss auf die Temperatur der Schienen Rücksicht zu nehmen. Es sind namentlich die Stahlschienen sehr empfindlich gegen niedere Temperaturgrade. Bestimmte Regeln lassen sich aber nicht aufstellen; es ist vielmehr Sache des Uebernahmsbeamten die Grenze zu bestimmen, innerhalb welcher die Schienen noch angenommen werden können, wenn sie bei sehr niedriger Temperatur Bruchproben unterworfen werden müssen und dabei die im Bedingnisshefte vorgeschriebene Bruchsicherheit nicht erreichen. Es kommt dabei auch der niederste Kältegrad in Betracht, auf welchen erfahrungsgemäss die Temperatur in einer Gegend sinkt, für welche die Schienen bestimmt sind. Auf keinen Fall darf aber der Uebernahmsbeamte gestatten, dass die Schienen vor den Proben erwärmt werden, was oft sogar bei günstiger Lufttemperatur in der Absicht versucht wird, bessere Resultate bei den Bruchproben zu erreichen.

§ 15. Uebernahme der Schienen. — Die bei der Besichtigung oder bei den Proben sich ergebenden Ausschussschienen erhalten, wenn dieselben nicht sogleich zerbrochen werden, ein unvertilgbares Zeichen, damit weder eine absichtliche noch unabsichtliche Verwechslung vorkommen kann.

Zu empfehlen ist neben das Fabrikzeichen noch ein anderes Zeichen erhaben auf die Schienen walzen zu lassen, welches bei der Ausschussschiene mit dem Meisel weggenommen wird. Ein derartiges Zeichen, welches die Schienen nur beim Walzprocess erhalten können, kann, wenn es beseitigt wurde, nicht wieder ersetzt werden.

Die Vorsicht und das Misstrauen, welches in diesen Worten liegt, ist nicht ungerechtfertigt, und trifft natürlich solide Fabriksherren und deren Beamte nicht. Es gilt aber in sehr vielen Hütten bei den Arbeitern als erlaubter Handwerksgebrauch, die Controle der Ingenieure mit manchen Mitteln zu umgehen, so dass dem Ingenieur ein gewisses Misstrauen und jedenfalls grosse Vorsicht bei Ausübung seines Amtes zu empfehlen ist.

Es ist eben der Umstand in Rechnung zu ziehen, dass die Entlohnung der Arbeiter häufig theilweise von der übernommenen Waare abhängig gemacht wird, und dass denselben für den Ausschuss Abzüge gemacht werden, um sie zur pünktlichen Arbeit durch Verluste zu zwingen. Die Arbeiter halten aber manche Mängel an den Schienen, welche deren Ausschliessung von der Uebernahme veranlassen, nicht für solche und somit liegt denselben der Glaube nahe, dass sie eine Berechtigung zur Täuschung des nach ihrer Ansicht unnöthig strengen Uebernahmsbeamten haben.

Die übernommenen Schienen werden abgewogen und in Stössen auf einem womöglich aus dem Bereiche des Hüttenraumes liegenden Lagerplatze aufgeschichtet.

Das Resultat der einzelnen Uebernahmen wird nach Stückzahl, Länge und Gewicht notirt.

Der Uebernahmsbeamte stellt zwei gleichlautende Uebernahmscertifikate aus, wovon er je ein Exemplar dem Lieferanten übergiebt, und je ein Exemplar demjenigen Eisenbahnbeamten überschickt, welcher die Schienen an dem Ablieferungsorte übernehmen soll.

Technische Vereinbarungen des D. E.-V.

§ 11. **Die Schienen sollen aus geeignetem unter Controle gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 6ᵐ verwendet werden.**

§ 16. Bedingnisshefte für die Lieferung von Schienen. — Gestützt auf die bisher über die Eigenschaften des Materials und die Fabrikationsprocesse der Schienen gegebenen Erläuterungen werden nun im Folgenden die Bedingnisshefte für die Lieferung von verschiedenen Sorten Schienen aufgestellt, welche als Muster und als weitere Mittheilungen, namentlich über die Beschaffenheit des zu verwendenden Stahles, dienen können, aber selbstverständlich den localen Verhältnissen angepasst werden müssen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, bildet das erste Bedingnissheft, welches für die Lieferung von Schienen, welche ganz aus Schmiedeeisen mit einer Kopfplatte aus einer Puddelluppe bestehen, aufgestellt ist, die Grundlage für die Bedingnisshefte anderer Schienensorten, indem sodann bei Letzteren nur die Abweichungen von diesem ersten Bedingnissheft aufgestellt werden sollen. Wir machen aber hier noch einmal auf die grossen Vortheile aufmerksam, welche die Schienen mit einer, nicht durch Paquetirung gewonnenen Kopfplatte, oder gar solche Schienen bieten, deren Köpfe ganz aus einem homogenen Stücke bestehen. Auch die Fabrikanten finden ihren Vortheil bei dieser Fabrikationsmethode, indem die Ersätze während der Garantiezeit bedeutend kleiner ausfallen.

§ 17. Bedingnissheft für die Lieferung von Eisenbahnschienen. — a. Maass und Gewicht. In dem Bedingnissheft ist als Maasseinheit der Meter und als Gewichtseinheit der Zollcentner = 50 Kilogramm zu Grunde gelegt.

b. Fabrikationsort. Der Lieferant ist verpflichtet, die den Gegenstand der Lieferung bildenden Schienen auf dem Eisenwerke anfertigen zu lassen, über welches der Besteller mit ihm übereinkommt. Für den Fall, als der Lieferant nicht selbst Fabrikant ist, hat er die schriftliche Bestätigung des Fabrikanten darüber beizubringen, dass die Schienen auf dem bezeichneten Eisenwerke fabricirt werden. Nur gegen ausdrückliche schriftliche Ermächtigung von Seite des Bestellers ist es dem Lieferanten gestattet, die Schienenlieferung ganz oder theilweise einem anderen Werke zu übertragen.

c. Form, Dimensionen. Die Schienen müssen genau das Profil erhalten, von welchem dem Lieferanten eine cotirte Zeichnung nebst einer Vollschablone übergeben wurde.

Nach Maassgabe derselben Zeichnung erhält jede Schiene an einem ihrer Enden zwei Einschnitte im Fuss zur Aufnahme der Hackennägel, und an jedem Ende zwei länglicht runde Löcher zur Aufnahme der Laschenbolzen.

Die Längen der einzelnen Schienen richtet sich nach den speciellen Bestimmungen, welche für jede Lieferung erfolgen.

d. Qualität des Eisens, Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss zum Mindesten bis auf die Dicke von 0ᵐ,02 von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gerechnet aus feinkörnigem, hartem Eisen ohne Schweissstellen, und der Fuss der Schienen muss wenigstens auf die Dicke von 0ᵐ,015 von der untern Fläche nach oben gemessen aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen, und eine gute Vermittlung zwischen dem körnigen Theile des Kopfes und dem sehnigen Theile des Fusses der Schiene bilden.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleineren Querschnitt als 0,05 Quadratmeter haben, also etwa 0ᵐ,2 breit und 0ᵐ,25 hoch sein.

Die Kopfplatte wird für jedes Schienenpaquet aus einer Luppe gebildet, welche unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Ctr. Hammergewicht zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet wird. Diesem Kolben wird sodann eine Schweisshitze gegeben, worauf er unter den Walzen das genaue Maass der Kopfplatte erhält. Dieses Maass ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquetes und die Dicke der Kopfplatte ist wenigstens 0ᵐ,04.

Die Kopfplatte darf also nicht aus Paqueten, welche aus einzelnen Puddelstäben, oder aus Brucheisen gebildet werden, hergestellt werden. Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe von wenigstens $0^m,02$ Dicke. Diese Puddelstäbe müssen ebenfalls gehämmert werden, ehe sie in die Walzen gehen. Die Breite der nebeneinander liegenden Stäbe muss derart verschieden sein, dass die Stossfugen überall wenigstens $0^m,05$ überdeckt werden.

Zur Bildung des untern sehnigen Theiles des Fusses dürfen keine rohen Puddelstäbe verwendet werden; es müssen vielmehr diese rohen, aus weichem Eisen bestehenden Puddelstäbe noch einmal paquetirt, geschweisst und mittelst Hammer oder Walzen ausgestreckt und dann erst in das Schienenpaquet gebracht werden. Paquete aus gutem, zähem Brucheisen dürfen zu der Bildung des Fusses der Schienen verwendet werden.

Werden zur Bildung des Fusses oder auch des Mitteltheiles des Schienenpaquetes Schienenabfälle von entsprechender Qualität verwendet, so müssen dieselben vor der Verwendung flach gewalzt werden.

Die Paquetirung muss in allen Fällen eine so pünktliche sein, dass möglichst kleine Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben übrig bleiben.

Das Schienenpaquet muss eine saftige Schweisshitze erhalten, und es soll die erste Schweissung unter dem Dampfhammer von 100 Centner Gewicht geschehen, worauf das Schienenpaquet noch einmal im Schweissofen behandelt wird, und dann erst die Walzen passirt.

e. Bearbeitung der Schienen. Die Schienen müssen auf ihrer ganzen Länge das vorschriftsmässige Profil haben, vollkommen glatt und rein ausgewalzt werden, und dürfen an keiner Stelle Unebenheiten, Risse, Abblätterungen, oder sonstige Mängel zeigen. Sie müssen im warmen Zustande so gut gerichtet werden, dass sie im kalten Zustande nur noch von kleineren Krümmungen befreit werden dürfen. Sie müssen an beiden Enden auf die vorgeschriebene Länge vollkommen rechtwinklig abgeschnitten, die Schnittflächen, wenn es nöthig ist, glatt nachgearbeitet und die Gräthe an den Kanten sorgfältig entfernt werden. Ihre Länge darf von der vorgeschriebenen höchstens $0^m,003$ mehr oder weniger abweichen.

Weder im warmen, noch im kalten Zustande dürfen Reparaturen an den Schienen vorgenommen werden.

In den Dimensionen der Einschnitte und Löcher an den Enden der Schienen, und in der Entfernung derselben unter sich, und von den Schienenenden ist gar keine Abweichung von den in der Zeichnung eingeschriebenen Maassen gestattet.

Jeder Schiene muss der Name des Fabrikanten und die Jahreszahl der Lieferung deutlich eingewalzt sein.

f. Controle der Fabrikation. Dem Besteller steht das Recht zu, durch einen hiezu aufgestellten Ingenieur, welchem der Fabrikant zu jeder Zeit freien Zutritt in seine Werke und vollständige Einsicht in die Fabrikationsprocesse zu gestatten hat, die Fabrikation der Schienen auf den Werken überwachen und durch denselben die erforderlichen Proben anstellen zu lassen.

Um sich der Einhaltung des Profils der Schienen zu versichern, werden von dem Ingenieur die Walzen genau untersucht, und erforderlichen Falls die nothwendigen Aenderungen an denselben angeordnet. Behufs der Untersuchung der Qualität des Eisens und der vollkommenen Schweissung wird eine Anzahl Schienen, etwa 1% von jeder zusammen fabricirten Partie, ausgewählt. Von diesen Schienen wird

1) ein Theil am Kopfe $0^m,003$ eingehauen, auf zwei 1^m von einander entfernte unnachgiebige Unterlagen auf den Kopf gelegt, und durch Belastung oder mittelst einer Schraubenpresse langsam gebrochen. Ein anderer Theil wird in derselben Weise am Fusse eingehauen, auf den Fuss gelegt und gebrochen;

2) ein Theil mittelst einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung erprobt. Die Schiene darf bei einer fünf Minuten andauernden Belastung mit 250 Centnern keine bleibende Biegung annehmen, und bei einer fünf Minuten andauernden Belastung mit 500 Centnern nicht brechen;

3) ein Theil mittelst eines 10 Centner schweren, von $3^m,5$ Höhe auf die Mitte zwischen beiden Unterlagen fallenden Rammklotzes erprobt, wobei kein Bruch erfolgen darf.

Zeigt bei den Bruchproben eine der zerbrochenen Schienen Unvollkommenheiten in der Qualität des Eisens und in der Schweissung, oder zeigt eine der belasteten Schienen nicht die verlangte Widerstandsfähigkeit, so sind die Proben auf eine grössere Anzahl auszudehnen. Wenn mehr als 10 % der so untersuchten Schienen einer Partie den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so ist die ganze Partie zu verwerfen.

Die für die Vornahme der Probe erforderlichen Vorrichtungen und Handleistungen hat der Lieferant unentgeltlich zu beschaffen und dem Ingenieur des Bestellers zur Verfügung zu stellen. Für die durch die Proben unbrauchbar gemachten Schienen erhält der Fabrikant keine Entschädigung.

g. Bestimmung des Normalgewichts. Das Normalgewicht einer Schiene wird durch den Ingenieur des Bestellers, im Beisein des Fabrikanten oder dessen Bevollmächtigten aus 10 untadelhaften Musterschienen jeder Schienenlänge festgesetzt, und das Gesammtgewicht der Schienen darf höchstens 1 % mehr oder weniger als dasjenige Gewicht betragen, welches sich ergiebt, wenn man die Anzahl der Schienen einer Theillieferung oder der ganzen Lieferung mit dem Normalgewichte multiplicirt. Sollte sich ein Mehrgewicht über die festgesetzte Grenze ergeben, so wird für dasselbe nichts bezahlt, hingegen wird nur das wirkliche Gewicht bezahlt, wenn die Schienen weniger als das Normalgewicht wiegen, immerhin vorausgesetzt, dass sie von dem Besteller noch als übernahmsfähig erkannt werden.

h Versendung und Ablieferung. Die Schienen sind von dem Lieferanten auf seine Kosten und Gefahr auf die von Seite des Bestellers bestimmten Ablieferungsorte abzuliefern.

Hierbei sind die bedungenen Lieferungstermine genau einzuhalten, widrigenfalls den Lieferanten eine Conventionalstrafe von 2 % des Preises des fehlenden Quantums für jede Woche der Verspätung trifft.

i. Uebernahme. Diejenigen Schienen, welche bei den auf dem Werke vorgenommenen Proben den Lieferungsbedingungen entsprechend gefunden worden sind, werden von dem Ingenieur des Bestellers auf deutliche Weise bezeichnet, und hiermit provisorisch übernommen.

Schienen, welche dieses Zeichen nicht tragen, dürfen nicht versendet werden, oder werden, wenn versendet, am Ablieferungsorte nicht angenommen. Ebenso können Schienen, welche von dem Ingenieur der Gesellschaft bezeichnet sind, wenn sie auf dem Transporte oder beim Auf- und Abladen nicht zu verbessernde Beschädigungen erlitten haben, noch am Ablieferungsorte verworfen werden.

Schienen, welche von der Uebernahme ausgeschlossen wurden, sind entweder sogleich zu brechen, oder von dem Ingenieur mit einem so deutlichen Zeichen zu versehen, dass sie demselben nicht zum zweiten mal zur Untersuchung vorgelegt werden können.

Mit der definitiven Uebernahme am Ablieferungsorte gehen die Schienen in das Eigenthum des Bestellers über und können nach diesem Zeitpunkte von dem Besteller keine weiteren Ansprüche gegen den Lieferanten erhoben werden, als auf Grund der §§ sub l und m.

k. Preise und Zahlungsmodalitäten. Die Zahlung des bedungenen Preises geschieht nach erfolgter definitiver Uebernahme je einer Partie von 2500 Stücken am Ablieferungsorte gegen Vorlegung der Bescheinigung des hiemit beauftragten Beamten der Gesellschaft, und zwar, je nach der Wahl des Bestellers, entweder bei deren Casse in . . . . . in Baarem oder in kurzen Wechseln.

l. Caution. Für die Erfüllung der Lieferungsbedingungen leistet der Lieferant, sobald mit ihm abgeschlossen wird, eine Caution von drei Procent des für die Lieferung verabredeten Preises entweder in baarem Gelde, oder in Werthpapieren.

Ob und zu welchem Curse letztere anzunehmen sind, entscheidet der Besteller. Die Caution wird zurückgestellt, sobald die Garantie für die Güte der Schienen (§ sub m) des contrahirten Quantums erloschen ist.

m. Garantie für die Güte der Schienen. Der Lieferant leistet für die Güte der Schienen in der Art Gewähr, dass er alle Stücke, welche auf einer Strecke innerhalb drei Jahren, von der definitiven Uebernahme an gerechnet, bei gewöhnlicher Benutzung schadhaft geworden sind, auf seine Kosten durch gute ersetzt.

n. Streitigkeiten. Streitigkeiten, welche sich über die Auslegung, oder den Vollzug der Lieferungsbedingungen zwischen dem Besteller und dem Lieferanten erheben, werden, wenn sie sich nicht durch gegenseitige Verständigung erledigen, ohne Rücksicht darauf, welcher Theil als Kläger auftritt, vor dem ständigen Gerichte in . . . . . . ausgetragen.

o. Ausfertigung des Vertrages, Stempel. Die beim Abschluss des Vertrages zu entrichtenden Stempelgebühren fallen dem Lieferanten zur Last.

Das Original des Vertrages bleibt in den Händen des Bestellers. Eine beglaubigte Abschrift wird dem Lieferanten übergeben.

Diesem Bedingnisshefte schliessen sich nun die Bedingungen an, welche einigen andern Fabrikationsmethoden von Eisen- und Stahlschienen zu Grunde gelegt sind, so weit die Bedingungen nicht schon in dem obigen Bedingnissheft enthalten sind.

Es reihen sich solche ergänzende Bedingungen für folgende Schienensorten an:

A. Eisenschienen, deren Kopfplatten durch Paquetirung und doppelte Schweissung der Rohstäbe gebildet werden.

B. Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen.

C. Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen.

D. Puddelstahl-Schienen.

E. Bessemerstahl-Schienen.

---

§ 18. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen, deren Kopfplatten durch Paquetiren und doppelte Schweissung der Rohstäbe gebildet werden. — Wenn mit einem Eisenwerke eine Lieferung von Schienen aus Schmiedeeisen abgeschlossen werden muss, welches keine passende Roheisensorten für die Bildung der Kopfplatte aus einer Puddelluppe verarbeitet, so muss die Kopfplatte durch Paquetirung der rohen Puddelstäbe und durch eine zweite Schweissung gewonnen werden.

Es ist aber, ehe ein derartiges Zugeständniss gemacht wird, wohl zu untersuchen, ob es von dem betreffenden Werke nur verlangt wird, weil demselben das pünktlichere etwas mehr Kosten verursachende Puddeln der für die Erzeugung der Kopfplatte aus einem Stück nöthigen Luppen nicht passt.

Nur wenn die Roheisensorten die in dem ersten Bedingnisshefte vorgeschriebene Bearbeitung in der That nicht zulassen, ist dieses Zugeständniss zu machen.[3])

Der § sub d des ersten Bedingnissheftes hat in diesem Falle folgendermaassen zu lauten:

d. Qualität des Eisens, Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigstens auf die Dicke von $0^m,02$, von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gemessen, aus körnigem, hartem, der Fuss der Schienen muss wenigstens bis auf die Dicke von $0^m,015$, von der unteren Fläche des Fusses nach abwärts gemessen, aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0,05 Quadratmeter haben, also etwa $0^m,2$ breit und $0^m,25$ hoch sein.

Die Kopfplatte wird für jedes Schienenpaquet aus auf Hartkorn gepuddelten Stäben hergestellt, welche in einem aus höchstens 8 horizontal liegenden, ihre verticalen Zwischen-

[3]) In dem schon erwähnten Petzholdt'schen Werke befindet sich Seite 7 bezüglich der belgischen Hüttenwerke folgende beachtenswerthe Bemerkung: »Direct aus der Luppe erwalzte Deckplatten (Kopfplatten) — welche mithin eine hohe Qualität des Rohmaterials voraussetzen, weil sie die Bildung und Ausscheidung mächtiger Luppen bedingen — werden in Belgien nicht angefertigt. Reelle belgische Hütten übernehmen daher keine Schienenlieferung, wenn obige Bedingung in den Bedingnissheften stipulirt ist.«

räume $0^m,05$ überdeckenden Lagen zusammengesetzten Paquet von nicht weniger als 0,05 Quadratmeter Querschnitt vereinigt, geschweisst, gehämmert und auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt und abgeschnitten werden.

Dieses Maass ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquets und beträgt wenigstens $0^m,04$ für die Dicke der Kopfplatte.

Unter der Kopfplatte folgen in dem Schienenpaquete reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe etc. etc. etc. Die Fortsetzung des § sub d sowie alle übrigen §§ lauten genau so wie der § sub d und die übrigen §§ des Bedingnissheftes p. 163 bis 166.

§ 19. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen. — Bei grösseren Luppen von Puddelstahl ist die gleichmässige Qualität dieses Materials nicht gesichert. Es geht also nicht an, diese Luppen zu den Kopfplatten direct zu verwenden: es müssen vielmehr aus den Luppen zuerst Rohstäbe ausgewalzt werden, welche, im kalten Zustande gebrochen, auf ihre Härte ähnlich wie bei den Proben mit dem Bessemerstahl pünktlich sortirt, paquetirt, geschweisst und auf die Dimensionen der Kopfplatte des Schienenpaquets unter dem Dampfhammer und den Walzen verarbeitet werden.

Der § sub d des Bedingnissheftes § 17 hat für die Fabrikation von Schienen mit Köpfen aus Puddelstahl zu lauten:

d. Qualität des Stahles für den Kopf, und des Eisens für die übrigen Theile der Schiene. Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigstens bis auf die Dicke von $0^m,025$, von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gemessen, aus Puddelstahl von gleichmässiger Härte und Dichtigkeit, und der Fuss der Schiene muss wenigstens auf die Dicke von $0^m,015$, von der unteren Fläche des Fusses nach oben gemessen, aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem Stahlkopfe und dem weichen Eisen des Fusses der Schiene müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen und geeignet sind, den Uebergang zwischen dem Stahlkopfe und dem weichen Eisenfusse zu vermitteln.

Die unmittelbar unter dem Puddelstahl liegenden Rohstäbe müssen mit besonderer Vorsicht aus Korneisen ausgewählt werden, welches so nahe als möglich in demselben Hitzgrade schweisst, wie der zu verwendende Puddelstahl.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0,05 Quadratmeter haben, müssen also etwa $0^m,2$ breit und 0^m25 hoch sein.

Zur Bildung der Kopfplatten dürfen nur solche Stahlstäbe verwendet werden, welche vorher im kalten Zustande gebrochen, nach dem Verhalten bei diesem Bruche genau auf ihre gute und gleichmässige Qualität beurtheilt und sortirt wurden. Diese Rohstäbe müssen alle Eigenschaften des Stahles besitzen und sich also namentlich im rothglühenden Zustande durch Abkühlen im Wasser härten lassen.

Von diesen Rohstäben wird ein aus höchstens 8 horizontal liegenden, ihre verticalen Zwischenräume $0^m,05$ überdeckenden Lagen zusammengesetztes Paquet von nicht weniger als 0,05 Quadratmeter Querschnitt, also von ungefähr $0^m,2$ Breite und $0^m,25$ Höhe gebildet. Dieses Paquet erhält eine gute Schweisshitze und wird unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht vorsichtig zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet, und sodann nach wiederholter sorgfältiger Behandlung im Schweissofen auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt und nach der Erkaltung auf die richtige Länge eingetheilt und getrennt, indem man die Stahlplatte an den Theilstellen mit dem Meisel circa $0^m,003$ tief einhaut und unter der Schraubenpresse bricht.

Das Maass einer Kopfplatte ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquetes und beträgt wenigstens $0^m,04$ für die Dicke.

Ehe diese Kopfplatten für die Schienenpaquete verwendet werden dürfen, werden die Bruchstellen genau untersucht, ob dieselben keine Schweissfehler enthalten. Nur ganz tadellose Kopfplatten dürfen für die Schienenpaquete verwendet werden.

Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe von etc. etc.

Die Fortsetzung lautet genau so wie der § sub d des Bedingnissheftes p. 163 bis 166.

Auch die übrigen Paragraphen lauten so wie dieses Bedingnissheft, mit einiger Ausnahme, dass man die Garantiezeit für derartige Schienen gewöhnlich länger annimmt, wozu

übrigens bei einer sachgemässen Behandlung kein triftiger Grund vorhanden ist, indem sich die schlechten Schweissstellen in dem Stahlkopfe sehr bald zeigen und es im Interesse der endgiltigen Abwicklung der Geschäfte zweckmässiger ist, wenn man eine weitergehende Garantie für die Güte der Schienen haben will, der Fassung des § sub m des Bedingnissheftes p. 166 noch anzuhängen: »dass die geleistete Garantiesumme für den Lieferanten verloren geht, wenn das Quantum der in Folge der Fabrikation schadhaft gewordenen Schienen innerhalb derdreijährigen Garantiezeit einen gewissen Procentsatz, welcher mit dem Lieferanten zu vereinbaren ist, überschreitet«.

§ 20. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen. — Die Bedingnisse für die Lieferung von Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen unterscheiden sich von den Bedingnissen für die Lieferung von Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen nur in Beziehung auf die Kopfplatte des Schienenpaquetes.

Der Bessemerstahl, welcher zu diesem Zwecke verwendet werden kann, schweisst bei sehr niedrigem Hitzgrade und es ist die Bedingung, dass zunächst unter die Stahlkopfplatte eine Sorte Korneisen gelegt werden muss, welche in demselben Hitzgrade schweisst wie die Stahlkopfplatte, ganz besonders strenge einzuhalten.

Weiches, sehniges Eisen, welches immer in höheren Hitzgraden als das Korneisen schweisst, ist von der Verwendung unmittelbar unter der Stahlkopfplatte unbedingt auszuschliessen, und aus diesem Grunde sind auch keine alten Schienen zur Bildung der unmittelbar unter der Kopfplatte folgenden Lagen zuzulassen, weil dieselben fast immer Eisen enthalten, welches in höheren Hitzgraden als der Bessemerstahl schweisst.

Die Kopfplatte von Bessemerstahl wird wie die Kopfplatte von Feinkorneisen aus einem Stück hergestellt, und hat deshalb den Vorzug gegen die Kopfplatte aus Puddelstahl, welche Schweissfugen und daher auch häufig die so schädlichen Schweissfehler in der Nähe der Oberfläche des Schienenkopfes enthält.

Die Schwierigkeit, welche sich bei der Schweissung der Kopfplatten aus Stahl im Allgemeinen zeigt, wird bei den Kopfplatten aus Bessemerstahl noch dadurch erhöht, dass man dem Härtegrad (Kohlengehalt) des Bessemerstahles, welcher zu Kopfplatten verwendet werden soll, ganz besondere Aufmerksamkeit zuwenden muss.

Man verlangt einen harten Stahl für die Stahlkopfschiene und darf doch die gute Schweissbarkeit des Stahles nicht ausser Acht lassen, wenn man nicht ganz schlechte Waare erhalten will.

Nach den bisher auf den Linien der österreichischen Südbahn mit einem Quantum von gegen 300,000 Centner Schienen mit Köpfen aus Bessemerstahl gemachten Erfahrungen darf die für Kopfplatten mit Sicherheit taugliche Bessemerstahlsorte nicht mehr als 0,35 Procent Kohlenstoff enthalten Härtere Sorten bieten bei der Massenproduction nicht genügende Sicherheit für die gute Schweissung, und weichere Sorten unterscheiden sich in der Widerstandsfähigkeit nicht mehr viel von dem Feinkorneisen.

Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes erschien es nöthig, vor der Fassung des § sub d des Bedingnissheftes noch besonders auf diese Verhältnisse aufmerksam zu machen, obgleich diese Schlussfolgerungen schon aus dem früher Gesagten hervorgehen.

Der § sub d des Bedingnissheftes für Eisenschienen mit Bessemerstahlkopf hat nun folgendermaassen zu lauten:

d. Qualität des Stahles für den Kopf und des Eisens für die übrigen Theile der Schiene. Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigsens bis auf die Dicke von $0^m,025$, von der Oberfläche des Kopfes an nach abwärts gemessen, aus Bessemerstahl und der Fuss der Schiene muss wenigstens auf die Dicke von $0^m,015$, von der unteren Fläche des Fusses nach abwärts gemessen, aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen.

Es wird noch ausdrücklich festgesetzt, dass unmittelbar unter der Stahlkopfplatte eine Lage Korneisen folgen muss, welches in demselben Hitzgrade wie diese Stahlkopfplatte schweisst, und dass unmittelbar [illegible] keine Platten folgen dürfen, welche aus alten Schienen hergestellt [illegible]

Die P[illegible] len, dürfen keinen kleineren Querschnitt als [illegible] breit und $0^m,25$ hoch sein.

[illegible] inem Gussblock Bessemerstahl

gebildet, welcher alle Eigenschaften des Stahles besitzen und vollkommen gut schweissbar sein muss. Er soll wenigstens 0,30 % und darf nicht mehr als 0,40 % Kohlenstoff enthalten.

Eine Stahlsorte von 0,35 % Kohlenstoffgehalt ist die geeignetste für die Verwendung zu Kopfpatten.

Die Erprobung dieser Eigenschaften ist bei jeder Charge der Bessemerretorte, von welcher das Kopfplattenmaterial entnommen werden soll, auf chemischem und mechanischem Wege vorzunehmen.

Der Querschnitt des Stahlgussblockes (Ingot), aus welchem die Kopfplatte gebildet wird, soll nicht weniger als 0,05 Quadratmeter, also ungefähr $0^m,20$ breit und $0^m,25$ hoch sein.

Der Bessemerstahl soll von einer Qualität sein, dass der Stahlgussblock ohne Weiteres auf die Dimensionen der Stahlkopfplatte gewalzt werden kann, ohne dass derselbe nach dem Walzprocess irgend welche Mängel, wie z. B. Kantenrisse zeigt.

Die Breite und Länge der Kopfplatte ist gleich der Breite und Länge des Schienenpaquetes, und die Dicke derselben ist wenigstens $0^m,045$. Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtetë und flachgelegte Puddelstäbe von etc. etc.

Die Fortsetzung dieses § lautet gerade so wie der § sub d des Bedingnissheftes p. 163 bis 166. Auch die übrigen §§ lauten so wie dieses Bedingnissheft und es gelten auch hier die Schlussbemerkungen, welche bei den Bedingnissen für die Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen p. 167 gemacht wurden.

§ 21. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Puddelstahlschienen. — Bei der Erzeugung von Puddelstahlschienen gelten für die Bildung der Kopfplatte dieselben Bedingungen, welche bei der Fabrikation von Eisenschienen mit Puddelstahlkopf ihren Platz gefunden haben.

Der Vollständigkeit halber soll aber hier dieser Process noch einmal in Verbindung mit dem übrigen Theil des § sub d des Bedingnissheftes § 17, welches auch hier als Stammbedingnissheft gilt, aufgeführt werden.

d. Qualität des Stahles, Paquetirung. Die Schienen müssen zur Hälfte ihres Querschnitts, vom Kopfe abwärts gemessen, aus harten, und zur anderen Hälfte aus weicheren Sorten Puddelstahl bester und gleichmässiger Qualität bestehen, und in allen Theilen vollkommen gut geschweisst sein.

Es dürfen nur solche Rohstahlstäbe verwendet werden, welche vorher im kalten Zustande gebrochen, nach dem Verhalten bei diesem Bruche genau auf ihre gute und gleichmässige Qualität beurtheilt und darnach sortirt werden. Diese Rohstäbe müssen alle Eigenschaften des Stahles besitzen und sich also namentlich im rothglühenden Zustande durch Abkühlen im Wasser härten lassen.

Zur Herstellung der Kopfplatte wird von den Rohstäben der härteren Sorte eine aus höchstens 8 horizonal liegenden, ihre verticalen Zwischenräume $0^m,05$ überdeckenden Lagen zusammengesetztes Paquet von nicht weniger als 0,05 Quadratmeter Querschnitt, also von ungefähr $0^m,2$ Breite und $0^m,25$ Höhe gebildet. Dieses Paquet erhält eine gute Schweisshitze und wird unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht vorsichtig zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet und sodann nach wiederholter sorgfältiger Behandlung im Schweissofen auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt, und nach der Erkaltung auf die richtigen Längen eingetheilt und getrennt, indem man die Stahlplatte an den Theilstellen mit dem Meisel circa $0^m,003$ tief einhaut und unter der Schraubenpresse bricht.

Das Maass einer Kopfplatte ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquetes und beträgt wenigstens $0^m,04$ für die Dicke.

Ehe diese Kopfplatten für die Schienenpaquete verwendet werden dürfen, sind die Bruchstücke genau zu untersuchen, ob dieselben keinen Schweissfehler enthalten. Nur ganz tadellose Kopfplatten dürfen für die Schienenpaquete verwendet werden.

Diese Schienenpaquete dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0,05 Quadratmeter haben, müssen also ungefähr $0^m,2$ breit und $0^m,25$ hoch sein.

Unter der Kopfplatte des Schienenpaquetes folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Rohstahlstäbe von der vorgeschriebenen Qualität und von wenigstens $0^m,02$ Dicke. Die Breite der flach neben einander liegenden Stäbe muss derart verschieden sein, dass die Stossfugen überall wenigstens $0^m,05$ überdeckt werden.

Die letzte Platte in dem Paquet, welche den untersten Theil des Fusses bildet, soll die ganze Breite des Paquetes haben und ist durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe weicher Qualität zu bilden.

Die Paquetirung muss in allen Fällen eine so pünktliche sein, dass nur möglichst kleine Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben übrig bleiben.

Das Schienenpaquet muss eine saftige Schweisshitze erhalten und es muss die erste Schweissung unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht geschehen, worauf das Schienenpaquet noch einmal im Schweissofen behandelt wird, und dann erst die Walzen passirt.

Die übrigen Paragraphen des Bedingnissheftes für die Lieferung von Puddelstahlschienen lauten wie das Bedingnissheft p. 163 bis 166, mit Ausnahme der Bestimmung 2 des § sub f dieses Bedingnissheftes, indem auch hier die Schlussbemerkungen, welche bei den Bedingnissheften für die Eisenbahnschienen mit Puddelstahlköpfen p. 167 gemacht wurden, gelten.

Die Bestimmung 2 des § sub f des Bedingnissheftes p. 164 hat zu lauten wie folgt:

2) ein Theil mittelst einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung erprobt.

Die Schiene darf bei einer 5 Minuten andauernden, auf dem Kopfe der Schiene aufliegenden Belastung von 340 Zollcentner keine bleibende Biegung annehmen.

§ 22. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen. — Die Aufstellung von Lieferungsbedingnissen für Bessemerstahlschienen hat bei der von der Güte und Reinheit des Roheisens und von dem guten Verlaufe des Bessemerprocesses in so weiten Grenzen abhängenden Qualität dieses Stahles seine besondern Schwierigkeiten.

Es ist hier in noch weit höherem Grade als bei den Eisenschienen nöthig, vor der Feststellung von Bedingnissen für Bessemerstahlschienen das Erzeugniss einer Bessemerstahlhütte zu kennen.

Die Bedingnisse, welche für die Lieferung von Bessemerstahlschienen des der österreichischen Südbahngesellschaft eigenen Etablissements in Graz in Beziehung auf die Qualität des Stahles und der Controle der Fabrikation aufgestellt wurden, gründen sich auf eingehende und umfassende vergleichende Proben mit Schienen aus Eisen und solchen aus Bessemerstahl desselben Profils.

Diese Proben erstreckten sich auf die Untersuchung des Stahles in Beziehung auf seinen Kohlengehalt, auf seinen Härtegrad und seine Schweissbarkeit, und auf die diesem verschiedenen Kohlengehalt etc. entsprechende Elasticität und die Bruchsicherheit des genannten Profils.

Bei dem Umstande, dass das Erzeugniss der Bessemerhütte, wenn es weniger als 0,30 % Kohlengehalt besitzt, den Charakter des Stahles verliert, und bei dem weitern Umstande, dass der immer noch höhere Preis der Bessemerstahlschienen gegenüber guter Eisenschienen nur gerechtfertigt ist, wenn das zu den Bessemerstahlschienen verwendete Material auch eine nennenswerthe grössere Widerstandsfähigkeit als Eisen besitzt, ist es nöthig, in Beziehung auf das Minimum von Kohlengehalt Grenzen zu ziehen, unter welche nicht herabgegangen werden darf.

Da aber andererseits die Bruchsicherheit dieser Stahlschienen nach den in Graz vorgenommenen Proben sehr rasch mit dem höhern Kohlengehalte (höhern Härtegrad) abnimmt, so ist es nöthig, Fallproben festzusetzen, welche geeignet sind, gegen die Schienenbrüche möglichst zu schützen.

Für die Qualität des in Graz erzeugten Stahles wurden Fallproben festgestellt, welche dem Kohlengehalt von 0,54 % entsprechen.

Dieser Kohlengehalt wurde aber aus Rücksichten auf künftige Verbesserungen in der Stahlfabrikation nicht als Maximum festgestellt, indem es denkbar ist, dass es später gelingen wird, auch einen Stahl von höherem Kohlengehalt von der nöthigen Zähigkeit zu erzeugen, um die zum Schutze gegen Schienenbrüche für geeignet gehaltene Fallprobe auszuhalten.

Wenn hier, wie schon früher von dem Kohlengehalte des Stahles als Kennzeichen der Qualität gesprochen wird, so geschieht es, um einen allgemeinen Ausdruck für den Härtegrad des Stahles zu haben. In den einzelnen Fällen wird aber natürlich nicht allein die chemische Beschaffenheit, sondern es werden auch die Bruch-, Schweiss- und Härteproben des Stahles maassgebend sein, und es werden die verschiedenen Stahlqualitäten mit entsprechenden Nummern versehen werden.

Man wird dann sagen, zu den Schienen darf nur diese und jene Härtenummer verwendet werden.

Ehe aber eine allgemein übliche Scala für die Härtenummern eingeführt ist, muss die Nummerirung jeder Bessemerhütte überlassen bleiben und diese Nummerirung wird sich zwar auf genaue Untersuchungen nach allen Richtungen gründen; der allgemeine Ausdruck für den Härtegrad des Bessemerstahles bleibt aber bis auf Weiteres der Kohlengehalt des Stahles.

In Beziehung auf die Fallproben wird noch bemerkt, dass sich dieselben auf Erfahrungen stützen, welche auf den Linien der Oesterreichischen Südbahn mit Bessemerstahlschienen gemacht wurden. Diese Erfahrungen lassen es als begründete Vorsicht erscheinen für die Bessemerstahlschienen starke Fallproben zu bedingen und dieselben auf einen grössern Procentsatz als bei den Eisenschienen auszudehnen.

Weitere Erfahrungen müssen die Bedingungen der Fabrikation sowohl, als die Stärke des Schienenprofiles modificiren.

Es war nothwendig, diese Erläuterungen den besondern Bedingungen vorauszuschicken, welche nun folgen.

d. Qualität des Stahles. Der Bessemerstahl, welcher zu den Schienen zu verwenden ist, muss alle Eigenschaften des Stahles besitzen, also auch die Härte und die Farben des Stahles annehmen, wenn er im rothglühenden Zustande im Wasser abgekühlt und sodann wieder langsam erwärmt wird.

Er wird erzeugt, indem man flüssiges graues Roheisen reinster und bester Sorten in der Bessemerretorte gänzlich entkohlt und sodann diesem Producte flüssiges Spiegeleisen reinster und bester Sorte beimengt.[4])

Die Stahlblöcke müssen vor ihrer Verwendung zu Schienen auf ihren Kohlenstoffgehalt auf chemischem Wege und in Beziehung auf ihre Härte durch Abkühlen rothwarmer Stücke in Wasser und durch Bruchproben untersucht werden. Die Härte- und Bruchproben geschehen mit Stangen von $0^m,02$ Breite und $0^m,02$ Dicke, welche aus besonders gegossenen Probestücken aus jeder Charge geschmiedet werden.

Die Stahlblöcke sind mit der Nummer der Charge und mit den Härtenummern zu bezeichnen.

Stahlblöcke, welche nicht wenigstens 0,30 % Kohlenstoffgehalt besitzen, oder welche zu Schienen ausgewalzt, die in § sub f festgesetzten Proben nicht aushalten, sind von der Verwendung der Schienen ausgeschlossen.

f. Controle der Fabrikation. Dem Besteller steht das Recht zu, durch einen hiezu aufgestellten Ingenieur, welchem der Fabrikant zu jeder Zeit freien Eintritt in seine Werke und vollständige Einsicht in den Fabrikationsprocess zu gestatten hat — die Fabrikation der Schienen auf den Werken überwachen und durch denselben die erforderlichen Proben anstellen zu lassen. Um sich der Einhaltung des Profiles der Schienen zu sichern, werden von dem Ingenieur die Walzen genau untersucht, und erforderlichen Falles die nothwendigen Aenderungen an denselben angeordnet.

Behufs der Untersuchung der Qualität des Stahles werden 5 % der Schienen, oder eine entsprechende Zahl hinlänglich langer Schienenenden folgenden Proben unterworfen:

1) Die Schienen oder Schienenenden werden auf zwei — einen Meter von einander entfernte unnachgiebige Unterlagen auf den Fuss gelegt und einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung von 350 Zollcentner fünf Minuten lang ausgesetzt, wobei sie keine bleibende Einbiegung erleiden dürfen.

2) Bei derselben freien Auflage dürfen die Schienen nicht brechen, wenn ein Fallklotz von 20 Zollcentner Gewicht $4^1/_2$ Meter hoch auf die Mitte zwischen beiden Unterlagen auf den Schienenkopf fällt.

3) Ein Theil der Probestücke wird gebrochen und es muss der Bruch hellgrau, feinkörnig und gleichmässig sein.

4) Die Schienen müssen sich im kalten Zustande lochen und nuthen lassen, ohne dabei Risse zu bekommen.

---

[4]) Auf die Bestimmung, dass das flüssige Roheisen gänzlich entkohlt und demselben Spiegeleisen zugesetzt werden muss, kann in solchen Hütten Verzicht geleistet werden, welche durch eine frühzeitigere Unterbrechung des Processes zu demselben Zwecke, nämlich: »Guten Stahl von bestimmtem Härtegrad mit Sicherheit zu erzeugen« gelangen. —

5) Die Untersuchungen der Qualität des Stahles kann der Ingenieur auch auf das fertige Fabrikat ausdehnen.

So fern die Bestimmungen der §§ sub d und f nicht genau zusammentreffen, so sind die Proben auf eine grössere Zahl auszudehnen. Wenn mehr als 10 % der so untersuchten Schienen einer Partie den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so ist die ganze Partie von der Uebernahme auszuschliessen.

Die für die Proben erforderlichen Vorrichtungen und Handleistungen hat der Lieferant unentgeltlich zu beschaffen und dem Ingenieur der Gesellschaft zur Verfügung zu stellen.

Die übrigen Paragraphen lauten wie bei dem Bedingnissheft für die Lieferung von Eisenschienen p. 163 bis 166.

§ 23. Bemerkungen über Schienen aus Tiegelgussstahl und Martinstahl. — Diesen Bedingungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen sind noch einige Worte über Schienen aus Tiegelgussstahl und Martinstahl anzuhängen.

Der Tiegelgussstahl ist unstreitig die beste Stahlsorte und wird in verschiedenen Härtegraden verwendet. Da derselbe auch in seinen höhern Härtegraden eine grössere Zähigkeit als die härtern (kohlenstoffreichern) Sorten Bessemerstahl besitzt, so kann er auch in seinen höhern Härtegraden für die Fabrikation von Schienen verwendet werden. Bei der Gleichförmigkeit der Masse, welche sich bei der Fabrikation von Tiegelgussstahl bei jedem Gusse erreichen lässt, bietet derselbe grössere Sicherheit gegen Brüche und es kann deshalb auch das Profil der Schienen gegenüber den Eisenschienen und Bessemerstahlschienen erheblich reducirt werden. Der Preis des Tiegelgussstahles guter Qualität ist aber so hoch, dass dessen Verwendung zu Schienen in grossen Massen für den grössten Theil der Eisenbahnen nicht thunlich ist. Auch die Art der Fabrikation des Tiegelgussstahles steht der Erzeugung von grossen Massen im Wege.

Der Martinstahl nähert sich in seinen höhern Härtegraden den Eigenschaften des Tiegelgussstahles und in seinem Preise dem Bessemerstahl. Der Preis des Martinstahles ist aber immer noch ziemlich höher, als der des Bessemerstahles und es können keine bestimmte Regeln über die Anwendung der einen oder der andern Sorte für die Schienen aufgestellt werden. Im Allgemeinen werden die härteren Sorten Stahlschienen mit Vortheil aus Martinstahl hergestellt werden können, weil der Martinprocess mit Hülfe der während desselben mit Leichtigkeit vorzunehmenden Proben es besser als der Bessemerprocess erlaubt, diese härteren Sorten mit grösserer Sicherheit darzustellen. Für die grosse Masse der Stahlschienen dürfte aber der Bessemerprocess voraussichtlich noch lange den Platz behaupten.

Die Bedingungen über die Lieferung von Schienen aus Tiegelgussstahl, oder Martinstahl können im Allgemeinen so formulirt werden, wie die Bedingungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen; nur müssen den Bestimmungen der Elasticitätsproben und der Bruchproben die richtigen, auf Versuche gegründeten Grössen zu Grunde gelegt werden.

§ 24. Schlussbemerkungen. — Nachdem nun die Muster von Bedingnissheften für die Lieferung von verschiedenen Sorten Eisenbahnschienen des Vignoles-Profils gegeben sind, bleibt noch zu bemerken übrig, dass bei den Doppelkopf-Schienen für den Fall, dass beide Schienenköpfe als Fahrbahn benutzt werden sollen, nur eine Aenderung in der Paquetirung in der Art vorgenommen werden muss, dass nun zwei Kopfplatten statt einer Kopfplatte und einer Fussplatte in dem Paquete zu verwenden sind. Diese Kopfplatten müssen aber von einem Material gebildet werden, welches bei genügender Härte die nöthige Zähigkeit gegen den Bruch bietet. Das Ideal einer guten Schiene, nämlich harter, körniger Kopf und weicher, sehniger Fuss kann bei diesem Profile so wenig erreicht werden wie bei den Schienen, welche aus einem Stahlblock gewalzt werden.

Zum Schlusse mögen hier noch einige in den obigen Bedingnissheften nicht enthaltene Bestimmungen Platz finden, welche in französischen Bedingnissheften vorhanden sind:

1) Um die Fabrikation der Schienen zu erleichtern, kann der dreissigste Theil der Schienen statt der Länge von 5^m und von $4^m,960$ nur die Länge von $3^m,750$ erhalten. Diese kürzern Schienen dürfen aber nur aus Paqueten erzeugt werden, aus welchen die Schienen von 5^m oder von $4^m,960$ Länge erzeugt werden sollten.

2) Die Gesellschaft ist berechtigt, eine gewisse Anzahl Schienen von grösserer Länge als 5^m zu bestellen. Die Maximal-Länge darf aber 10^m nicht überschreiten.

Für jede Schiene, welche die Länge von 6^m überschreitet, müssen 5 % über den accordirten Preis bezahlt werden.

3) Die Hohöfen, welche das für die Schienenfabrikation erforderliche Roheisen erzeugen, dürfen keine Erze verwenden, welche sprödes oder brüchiges Eisen liefern.

Das Eisen muss von derselben Qualität sein, wie das mit einer Stampiglie versehene Muster, welches dem Lieferanten übergeben wurde; es darf nicht kaltbrüchig, sondern muss von guter verkäuflicher Qualität sein.

NB. Hier kann die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass die Bestimmung, welche kaltbrüchiges Eisen von der Verwendung ausschliesst, nicht übereinstimmt mit der in denselben Bedingnissheften zugestandenen geringen Bruchprobe, bei welcher nämlich ein Fallklotz von nur 4 Centner Gewicht nur von einer Höhe von $1^1/_2{}^m$ herabfallen darf.

4) Die aus einzelnen Stäben mittelst Paquetirung und Schweissung gewonnenen Kopf- und Fussplatten müssen zusammen wenigstens ein Drittel des totalen Gewichtes eines jeden Paquetes ausmachen.

5) Das beim Lochen der Schienen anzuwendende Verfahren muss von dem controlirenden Ingenieur des Bestellers genehmigt werden.

In Beziehung auf die Lage der Löcher wird eine Abweichung von $^1/_2{}^{mm}$ von den Maassen der Zeichnung zugestanden.

6) Die beiden Unterlagen, auf welchen die Proben mit den Schienen vorgenommen werden, ruhen auf einem 200 Zollcentner schweren Eisenklotz, welcher auf einem Mauerkörper gelagert ist, dessen Höhe einen Meter und dessen Basis 3,3 Quadratmeter Fläche beträgt.

7) Bis zu dem Augenblick, wo die Schienen dem controlirenden Ingenieur wegen der Uebernahme präsentirt werden, müssen dieselben an einem trockenen Orte aufbewahrt und gegen Rost geschützt werden.

8) Um die Untersuchung sämmtlicher Schienen innerhalb der Garantiezeit zu vermeiden, nimmt man wenigstens 5 % des gelieferten Quantums, und zwar von jeder der verschiedenen Epochen der Erzeugung, und legt dieselben auf besondere Stellen der Hauptgleise, welche genau bezeichnet sind, bei welchen aber die Steigung der Bahnlinie nicht mehr als 10^{mm} per 1^m betragen darf.

Die gewählten Bahnstrecken, so wie der Tag, an welchem das Legen der zu erprobenden Schienen stattgefunden hat, werden dem Lieferanten bekannt gegeben.

Nach Ablauf von 3 Jahren, während denen die Schienen regelmässig befahren wurden, wird das Verhältniss der beschädigten Schienen, das heisst jener Schienen protocollarisch festgestellt, welche den Beginn einer Zerstörung (Zusammendrücken, mangelhafte Schweissung, Abblätterungen, Brüche etc.) zeigen, und, wie es sich von selbst versteht, jene Schienen hinzugezählt, welche dieser Gebrechen wegen bereits durch andere ersetzt werden mussten.

Das auf diese Weise gefundene Verhältniss zwischen guten und schadhaft gewordenen Schienen ist maassgebend für die Ersatzpflichtigkeit des Lieferanten für das ganze gelieferte Quantum, es mag nun dieses Quantum ganz oder zum Theil in die Bahn gelegt worden sein.

Der Lieferant hat für jeden Centner Schienen, welcher auf diese Weise als Ausschuss bezeichnet wird, eine Entschädigung zu leisten, welche dem Werthunterschiede zwischen einem Centner alter Schienen und einem Centner neuer Schienen gleichkommt.

Der Preisunterschied zwischen neuen und alten Schienen wird im vornhinein festgesetzt.

Die schadhaft gewordenen Schienen bleiben im Eigenthum des Bestellers.

Die definitive Uebernahme der Schienen wird erst nach erfolgter Ersatzleistung ausgesprochen.

Der die Eisenbahnbauten des Bestellers dirigirende Ober-Ingenieur hat allein das Recht, in Streitfällen über die Auslegung dieser Ersatzpflicht zu entscheiden.

9) Der Besteller kann die Ablieferung der in dem Werke übernommenen Schienen vertagen, in welchem Falle der Lieferant verpflichtet ist, die Schienen in einem von dem Besteller in der Nähe des Werkes gemietheten Magazine, oder im Werke selbst in regelmässigen Haufen schichten zu lassen.

Der Lieferant ist dessen ungeachtet verpflichtet, diese Schienen auf seine Kosten und Gefahr bis zu den im Vertrage bestimmten Orten zu transportiren.

Literatur.

a. Ueber Schienenwalzwerke und der darin angewandten Maschinen.

Heusinger v. Waldegg, Die deutschen und österreichischen Werke zur Eisenbahn-Schienenfabrikation. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 115.

May's, D., Schienenwalzwerk. Génie industriel 1853, Mai p. 279; Heusinger v. Waldegg, Organ 1853, p. 271; Pol. Centralbl. 1853, p. 1270.

Das Schienenwalzwerk in Graz. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866, p. 332.

Schienen-Walzwerk zu Swindon. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 203.

Stephens, E. W., und R. Jenkins, Schienenwalzwerk. Brev. d'invention Brux. 1859; Pol. Centralbl. 1860, p. 1454.

Walzwerk zu Graz und die Schienen aus Bessemer-Stahl. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865, p. 372.

v. Weise, Mittheilungen über mehrere Schienenwalzwerke. Zeitschr. d. Vereins f. deutsche Statistik 1848, p. 758—766; Polyt. Centralbl. 1849, p. 151—161; Eisenbahnz. 1849, p. 44 und 53.

Dodd's, Isaac, Vorrichtung zum Geraderichten der Eisenbahnschienen. Moniteur industriel 1849, June p. 13; Polyt. Centralbl. 1849, p. 1247, 48; Heusinger v. Waldegg, Organ 1849, p. 52.

Glynn, Maschinen zum Absägen der Schienen. Mechan. magaz. V. 31, p. 93; Dingler's pol. Journ., 73. Bd., p. 74.

Glynn, Joseph, Kreissäge zum Absägen der Eisenbahnschienen. Transact. of the Instit. of Civ. Eng. Vol. III, p. 197—199 und Polyt. Centralbl. 1843, 1. Bd., p. 10—11.

Moschitz, M., Nasmyth's Dampf-Kreissäge zum Abschneiden der Eisenbahnschienen (Rails-Säge). Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1853, p. 4.

Moschitz, Vorrichtung zur Erzeugung der Einkerbungen an Eisenbahnschienen gegen Längenverschiebungen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1855, Nr. 46; Dingler's Journal 139. Bd., p. 245.

Wasting, Beschreibung der Schienensäge zu Aubin, mit Abb.; Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 161. (Armangaud Génie indust. Oct. 1864, p. 198.)

b. Ueber die Fabrikation der Schienen.

Barlow's Verfahren zur Anfertigung von Eisenbahnschienen, mit Abb.; Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 159. (Mechanics Magazine 1866, p. 210.)

Bessemer, H., Darstellung des Eisens zu Bahnschienen. Civ.-Ingen. July 1856, p. 241; Pol. Centralbl. 1856, p. 1038—42.

Buch, Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. 1862, p. 364; Polyt. Centralbl. 1862, p. 1476.

Coiiard, Ueber Schienenfabrikation und Dauer der Schienen. Annales des mines 1. livr. 1866; Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866, p. 661.

*Daelen, R., Ueber die zweckmässigste Form der Eisenbahnschienen und deren Fabrikation. Eisenbahnz. 1859, Nr. 27 und 28; Pol. Centralbl. 1859, p. 1189.

Etienne, Ch., Ueber die Fabrikation der Eisenbahnschienen. Le Technolog. 1850. Janv. p. 202; Centralbl. 1850, p. 335—341: Heusinger v. Waldegg, Organ 1850, p. 151—57.

Fabrikation der Eisenbahnschienen durch die Great-Western Eisenb.-Gesellsch. Zeit. des deutschen Eisenb.-Ver. 1861, p. 215.

Grau, Adolf, Notizen über die Fabrikation und das Verhalten der Bessemer-Stahlkopf-Schienen auf den Kgl. Baierischen Staatsbahnen. Organ für Eisenbahnwesen 1876, p. 10.

Ueber Fabrikation der Eisenbahn-Schienen. Schweizer. polyt. Zeitschr. 1861, Heft I; Zeit. des Verins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 826.

Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen in Inner-Oesterreich. Eisenbahnzeitung 1843, p. 138—41 nach P. Tunner's Jahrb. 1843, p. 665; Pol. Centralbl. 1843. 2. Bd., p. 467.

Ueber die Abnutzung und Fabrikation der Eisenbahn-Schienen. Heusinger v. Waldegg, Organ 1851, p. 6—15.

Hailer, Fl., Ueber die Anfertigung der bayerischen Eisenbahn-Schienen auf der John Cockerill'schen Hütte in Serain bei Lüttich. Bayersches Kunst- u. Gewerbebl. 1846, p. 71—85, 148—167 und 229—253; Pol. Centralbl. 1848, p. 958 – 962 und 999—1021; Heusinger v. Waldegg, Organ 1848, p. 24—35, 75—87, 124—135.

Hailer, Fl., Ueber Eisenbahnschienen. Bayersches Kunst- u. Gewerb.-Bl. 1852, p. 706; Pol. Centralbl. 1853, p. 84.

Heusinger von Waldegg. Ueber die Ursache der Brüche von Gussstahlschienen. Organ für Eisenbahnwesen 1874, p. 12.

Lexellent-Drouot, System der Schienenfabrikation. Brev. d'invent. T. 61, p. 441.

Lindauer, Ueber die Fabrikation von Schienen. Dingler's polyt. Journal 1857, Bd. 144, p. 108; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1857, Nr. 8.

* **Mäurer**, Ed., Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen, seine Geschichte, Benutzung und Fabrikation für die Praxis der gesammten Eisenbranche. Stuttgart 1865. Mit Atlas.

Merbach, H. O., Bemerkungen über die Fabrikation von Schienen und Stühlen bei Maw. Rodgers u. Comp. in Liverpool. Polyt. Centralbl. 1844, 4. Bd., p. 107, 108; Hartmann's Eisenbahnzeitg. 1845, p. 140; Dingler's pol. Journal 93. Bd., p. 403.

Paulus, R., Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen und über den Bau und Betrieb des Schienenwalzwerkes der österr. Südb.-Gesellsch. Organ für Eisenb.-W. 1864, p. 109 u. 107 mit Abb.

Paulus, R., Fabrikation von Bessemer-Stahl und dessen Anwendung zu Eisenbahnschienen. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 1.

Petersen, C., Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen Zeitschr. deutscher Ingen. 1858, p. 256; Pol. Centralbl. 1859, p. 188; Dingler's polyt. Journal 51. Bd., p. 27.

* **Petzholdt**, Alph., Fabrikation, Prüfung und Uebernahme von Eisenbahn-Material. Ein Hand- und Hülfsbuch für Eisenbahn-Ingenieure, Maschinen- und Hütten-Techniker. Mit Vorwort von Edm. Heusinger v. Waldegg. Mit 27 Taf. Abbild. und 254 Holzschn. Wiesbaden 1872.

Petzholdt und Heusinger von Waldegg. Ueber die Fabrikation von Bessemer-Stahlkopf-Schienen, mit besonderer Beziehung auf die Leistungen der Königin Marien-Hütte bei Zwickau in Sachsen. Organ f. Eisenbahnwesen 1874, p. 224.

Poole's, Moses, Verbesserungen bei den Eisenbahnschienen. Rep. of pat. Inv. 1846. June, p. 338—340.

Röhrig, Ueber die Fabrikation der Eisenbahnschienen in England und Wales. Notizbl. des Hannov. Archit.-Ver. III. Bd., p. 23; Organ f. d. Fortschr. des Eisenbw. 1854, p. 28.

Röhrig, Ueber die Fabrikation der Schienen in England und Wales. Dingler's Journal 135. Bd., p. 335.

Schienen, Fabrikation derselben auf der Thüringischen Eisenbahn, m. Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 65.

Ueber Annahme eines **einheitlichen Schienenprofils** und Ersatz der bisherigen Fabrikations-Vorschriften durch eine Dauergarantie. Zeit. des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1866, p. 174.

Smith, Rob., und J. **Walkinshaw**, Verbesserungen an den Schienen der Eisenbahnen. Lond. Journ. Apr. 1834, p. 115; Dingler's Journ. 52. Bd., p. 321—25.

Spencer, G., Beschreibung der Verbesserungen an Eisenbahnschienen. Kunst- u. Gewerbebl. f. Bayern 1855, p. 637; Pol. Centralbl. 1850, p. 326—28.

Thorneycroft, Verbesserungen an Eisenbahn-Schienen. Repert. of pat. inv. E. S. V. 10, p. 347. V. 15, p. 158; Lond. Journ. C. S. V. 33, p. 193; Pol. Centralbl. 1850, p. 196.

Tunner. Ueber die innerösterreich. Schienenfabrikation. Wien. pol. Jahrb. 1843, p. 665.

Tunner, C., Ueber Erzeugung und Verwendung körnigen Stabeisens, insbesondere zur Darstellung von Eisenbahnschienen mit harten Köpfen. Berg- u. hüttenmänn. Jahrb. VIII. Bd., p. 164; Hartmann's berg- u. hüttenm. Zeit. 1859, Nr. 22; Dingler's Journ. 152. Bd., p. 9; Pol. Centralbl. 1859, p. 1014.

Welkner, G., Notizen über die Fabrikation von Schienen, Achsen und Radreifen in England. Notizbl. des Hannov. Arch.-Ver. II. Bd., p. 400; Heusinger v. Waldegg, Organ 1853, p. 266; Pol. Centralbl. 1853, p. 969.

Windscheid, W., Ueber Bessemer-Stahl-Schienen und deren Behandlung. Organ für Eisenbahnwesen 1874, p. 164.

c. Ueber Bedingnisshefte für Schienenlieferungen.

Accordbedingnisse für die Lieferung von Eisenbahn-Schienen zum Bau der Main-Neckarbahn. Beibl. z. Organ f. Eisenbahnw. 2. Bd., p. 32—33; Eisenbahnzeitung 1845. p. 263, 264.

Contractsvorschriften an Stahl-Schienen für die russische Regierung. Deutsche Industriezeitung 1876, p. 306. Organ 1877, 1. Heft. p. 34.

Eisenbahnschienen, Auszug aus den Bedingungen für die Lieferung derselben der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 153.

Runge, A., Ueher die Verhältnisse der Eisenbahnverwaltungen zu den Hüttenwerken in Bezug auf die Beschaffung der Betriebsmaterialien (Schienen etc.). Scheffler's Organ 1863, p. 194.

Vertrag über die Lieferung von gewalzten Bahnschienen für die Frankfurt-Hanauer Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ, Beibl. 1849, p. 1—3.

V. Capitel.

Conserviren der Schwellen.

Bearbeitet von

R. Baumeister,
Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel X.)

---

§ 1. Zweck der Holzconservation. — Bekanntlich verliert Holz, den Einflüssen der Atmosphäre preisgegeben, im Verlaufe einiger Jahre seine technisch wichtigen Eigenschaften: Cohäsion, Elasticität, Härte. Diese Umwandlung, Fäulniss genannt, ist besonders im Eisenbahnbau bedenklich, wo ausser anderen Bestandtheilen, als Brückenbahnen, Telegraphenstangen, Einfriedigungen, ein wesentliches Element des Oberbaues, die Schwellen, nach bisheriger Uebung meistens aus Holz gebildet wurden. Denn ausser dem grossen und kostspieligen Bedarf an Holz tritt die Schwierigkeit, ja Gefährlichkeit des Geschäftes, verfaulte Schwellen zu erneuern ohne den Betrieb zu unterbrechen, in den Vordergrund. Es ist deshalb schon beim Beginn des Eisenbahnbaues in England versucht worden, das Holz zu conserviren, und man nahm die betreffenden Methoden mit sonstigen Studien über das Eisenbahnwesen gegen 1840 nach Deutschland herüber, um dieselben seither durch zahlreiche Experimente im grossen und kleinen Maassstabe zu vermehren.

In Bezug auf die Ursachen der Fäulniss weiss man längst, dass Luft und Wasser nothwendig und gleichzeitig anwesend sein müssen. Organische Körper unter Abschluss von Luft, oder in der Trockenheit (unter 0° und über 40° Temperatur) bleiben unverändert. Auch steigt die Schnelligkeit der Metamorphose, wenn jene beiden Factoren mit gleicher Energie und Bequemlichkeit an den organischen Körper treten können, während sie abnimmt, wenn der eine Factor nur in geringer Menge vorhanden ist, oder in rascher Bewegung vorübergeführt wird. Die Erklärung dieser Thatsachen im chemisch-physiologischen Sinne ist jedoch bis jetzt nicht sicher festgestellt, und unterliegt denselben Hypothesen, wie die Zersetzung organischer Stoffe überhaupt, welche dem Temperaturwechsel, oder der Wirkung von Fermenten, oder dem Wachsthum mikroskopisch kleiner Organismen zugeschrieben zu werden pflegt. Am einfachsten scheint immerhin die letztgenannte Ursache den Thatsachen zu entsprechen.[1]) Danach sind Gährungspilze, Bacterien, Infusionsthierchen

[1]) Annales de Chimie et de Physique 1862, p. 5.

oder dergl. Ursache jeder Gährung und wahrscheinlich auch der Holzfäulniss. Die Pilze selbst oder ihre Samen (Sporen), die Infusorien oder ihre Eier schlagen sich als der in der Atmosphäre allverbreitete Staub auf die Oberfläche des Holzes nieder und suchen daselbst ihre Nahrung; sie entziehen ihm zuerst Stickstoff und Kohlenstoff, wodurch die ursprüngliche Zusammensetzung des Holzes verändert und andere Combinationen seiner Elemente gebildet werden. Schimmel und Schwamm sind nicht, wie man lange geglaubt hat, Folge, sondern Ursache der Holzfäulniss. Genauere Untersuchungen über die Gattung der Organismen, welche grade das Holz zersetzen, sind übrigens noch zu erhoffen.

Zufolge dieser Erläuterung ist demnach als Gährungserreger der Luft die Menge der in ihr enthaltenen Sporen anzusehen, nicht ihr Sauerstoff, obgleich dieser die Zersetzung immerhin befördert. Sporen im luftleeren Raum erzeugen Fäulniss, reine Luft (ohne Staub) thut es nicht. In bewegter Luft finden die Sporen keine Ruhe, um Wurzel zu schlagen (Vortheil der Zugluft), in eingeschlossenen Räumen vermögen sie es mit besonderer Bequemlichkeit.

Wasser ist nothwendig zum Wachsthum der Gährungspilze, wie aller Pflanzen, in Frost und Hitze wird ihnen die Benutzung der Elemente des Wassers versagt. Ausserdem aber befördert Wasser die Fäulniss durch Anschwemmen neuer Sporen und Eier (durch Regen aus der Atmosphäre), durch Ausbreitung derselben über die Oberfläche, durch Eingehen in das Innere des Holzes. In heftig bewegtem Wasser sind aber diese Vorgänge weniger leicht möglich, als in stagnirendem (Vortheil fliessenden Wassers für die Erhaltung von Holz).

Der gegenwärtige Stand der Chemie gestattet wie gesagt nicht, das beim Holzconserviren zu befolgende Princip aus einer allgemein gültigen Theorie abzuleiten; wir übergehen daher die einzelnen Vorgänge bei der Fäulniss, als Vermoderung, Humificirung, Nass- und Trocken-Fäulniss, und stellen uns auf den Boden der reinen Empirie.

§ 2. Austrocknung des Holzes. — Der innere Gehalt des Holzes an Luft und Wasser, welcher namentlich in den Zellen frischgefällten Holzes bedeutend sein kann, dient im Allgemeinen als Anfänger und Vermittler der Fäulniss. Indem die Zellenwände porös und hygroskopisch sind, vermögen die beiden Gährungserreger so gut von innen nach aussen zu wirken, als von aussen nach innen (Verstocken des Holzes, trockene Fäulniss). Jedenfalls wird der schädliche Einfluss von aussen beschleunigt, wenn derjenige von innen entgegen arbeitet und stets von aussen her ergänzt wird. Hierauf beruhen die conservirenden Mittel der Luftextraction (von deren Ausführung weiter unten) und der Austrocknung. Das letztere, allbekannte Verfahren kann zwar bei Holz im Freien niemals vollständig und dauernd gelingen, weil dasselbe sich stets mit dem Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre im Gleichgewicht zu halten sucht. Aber bis auf dieses Maass herunter (den lufttrockenen Zustand) kann schon ohne grosse Kosten der Wassergehalt frischen Holzes beseitigt werden.

Lufttrocknung. Eisenbahnschwellen werden zu diesem Zweck in regelmässigen Haufen aufgesetzt, deren Schichten weit gelegt und durch dünne Latten getrennt, dem Luftzug das Durchstreichen gestatten, sowie auch zwischen den Stapeln gehörig breite Gänge belassen werden. Andererseits soll die Energie des Trocknens nicht bis zur Entstehung zahlreicher Trockenrisse gehen, durch welche später die Gährungserreger von aussen nur um so leichter eintreten können und das Spalten der Schwellen befördert wird. Daher Anstrich der Hirnholzflächen mit Theer oder

Lehm, Schirmwände gegen heftige Winde, Bedachung des Haufens mit einer schrägen Bretterdecke, sowohl gegen Sonnenschein, als zum Ablauf des Regens.

Dörren. Um Zeit zu sparen und zugleich stärker zu trocknen, als das Lufttrocknen namentlich in feuchtem Wetter vermag, dient die Anwendung hoher Temperatur in Dörröfen. Dieselben werden gegenwärtig stets so eingerichtet, dass die Schwellen auf Wagen geladen, in einen verschlossenen feuersicheren Raum geführt und von Rauch und Feuergasen direct umspült werden. Ein auf preussischen Bahnen gebräuchlicher Trockenofen ist auf Tafel X, Fig. 1, 2 dargestellt.[2] Zwei Abtheilungen mit gemeinsamem Vorbau zum Heizen, Thore mit Blechfütterung, Gewölbe auf alten Bahnschienen mit Zuglöchern zum Aufsteigen der heissen Luft und der Wasserdämpfe. Der Canal unter dem Boden ist von der Feuerstelle an auf 3m Länge zugewölbt, weiterhin mit durchbrochenen Gussplatten zugelegt und mündet in einen Schornstein. Bei 6 Stunden Trockendauer und 100° C. Temperatur verliert jede Schwelle aus frischem Nadelholz $2^1/_2$ bis 3 Klgr., aus bereits lufttrocknem noch 1 bis 2 Klgr. Wasser. Ein Anbrennen der Schwellen ist nicht zu fürchten, da Holz erst bei 175° C. sich bräunt, bei 250° verkohlt, auch wirkt das Räuchern sogar conservirend, dagegen ist die Entstehung von Trockenrissen unvermeidlich. Aus diesem Grunde ist gegenwärtig in England das Dörren grösstentheils aufgegeben und auch in Deutschland keineswegs allgemein geworden, obgleich der Gewinn an Zeit gegenüber mehreren Monaten Lufttrocknen gewiss in den meisten Fällen höher anzuschlagen ist, als der Aufwand an Brennmaterial.[3]

§ 3. Entziehung des Saftes. — Bekanntlich besteht Holz aus Faserstoff und Saft, von denen jener die Wände, dieser den Inhalt der Zellen bildet. Die Holzfaser, in allen Holzarten übereinstimmend zusammengesetzt, ist höchst wahrscheinlich für sich ein durch Fäulniss unzerlegbarer Stoff. Im Saft befinden sich ausser dem Wasser die sogenannten Extractivstoffe: Pflanzenschleim, Farbstoffe, Salze; im Eichenholz auch Gerbsäure, im Nadelholz ätherische Oele und bei allen in Vegetation stehenden Pflanzentheilen das stickstoffhaltige Eiweiss. Dieses letztere wird durch das Wachsthum von Gährungspilzen oder Infusionsthierchen zuerst zersetzt,

---

[2]) Aus der Zeitschrift für Bauwesen 1863, Bl. Q und p. 508. Der in Bezug auf Luftcirculation wohl noch besser, übrigens ähnlich eingerichtete Trockenofen der französischen Midibahn findet sich abgebildet und beschrieben in Förster's Bauzeitung 1864, Bl. 679 und p. 376. Ein dritter Trockenofen, von der Westphälischen Bahn, findet sich in der Zeitschrift für Bauwesen 1853, Bl. 10.

[3]) Hierher gehört auch die oberflächliche Verkohlung der Hölzer, ein Verfahren, welches bekanntlich jeder Bauer anwendet, um die in den Boden zu steckenden Enden seiner Zaun- und Weinbergspfähle zu conserviren. Ohne Zweifel beruht das schützende Princip auf nichts Anderem, als der sehr intensiven Austrocknung, da von einem Abhalten der äusseren Gährungsfactoren durch die dünne oberflächliche, vielfach zersprungene Kohlenhaut doch nicht die Rede sein kann. In grösserem Maassstab wandte Herr von Lapparent die Verkohlung zuerst auf Schiffsbauhölzer an, später auch auf Telegraphenstangen und Bahnschwellen, und sie ist heute in Frankreich (Orleansbahn seit 1862) mit Hülfe verschiedener Apparate zur laufenden Fabrikation geworden, sowie auch bei der Oesterreichischen Staatseisenbahn eingeführt. Man leitet zuweilen Gasflammen mittelst Kautschukröhren über die gesammte Holzfläche und kann damit sorgfältig und genau verkohlen. Auch wird der Ofen von Hugon benutzt, dessen starke Flamme durch eine Blasvorrichtung über die Hölzer streicht. Die Kosten sollen für die Schwelle 0,15 bis 0,20 Fr. betragen. S. Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens 1867, p. 64 und Wagner's Jahresber. der chem. Technologie 1868, p. 707. Ferner hat Rigola eine drehbare Trommel erfunden, in welcher, ähnlich dem Princip des Ziegel-Ringofens, die Schwellen in kurzer Zeit und regelmässig carbonisirt werden. S. Organ 1873, p. 30.

aber selbst wenn es fehlt (in fertigem Kernholz) sind die übrigen Extractivstoffe doch meistens leicht veränderlich.

Am Saft beginnt also die Metamorphose des Holzes, aber unglücklicherweise beschränkt sie sich nicht darauf, sondern überträgt sich durch Ansteckung sofort auch auf die Holzfaser; so dass im gewöhnlichen Holz stets beide Bestandtheile gleichzeitig zersetzt werden. Hieraus folgt erstens, dass die Entfernung des Wassers allein, selbst wenn sie vollständig geschieht, nicht dauernd schützt, weil der Extractivstoff zurückbleibt und überdies auch sehr leicht Wasser aus der Atmosphäre wieder ansaugt. Ferner aber die Möglichkeit, ein unveränderliches Baumaterial zu erhalten, wenn es gelingt, den Saft vollständig aus den Zellen zu vertreiben. Es handelt sich hier um eine mehr oder weniger zähe Flüssigkeit, welche viele Zellenwände passiren soll, um das Holz an seiner Oberfläche zu verlassen. Die Schwierigkeit des Problems wächst demnach mit den Dimensionen des Holzstückes. Aber selbst bei den verhältnissmässig kleinen Bahnschwellen ist es noch niemals vollständig gelungen. Immerhin kann die Fäulniss verzögert werden, und das wäre schon ein Gewinn. Die Saftentfernung gelingt übrigens am besten bei Holz, welches in den ersten Monaten des Jahres gefällt worden und sich noch im frischen Zustande befindet, weil der Extractivstoff hier den höchsten Grad von Flüssigkeit besitzt. Die gebräuchlichsten Methoden sind Auslaugen und Dämpfen.

Auslaugen. Dies Verfahren wird auf Eisenbahnschwellen eigens nicht angewandt, weil es sehr lange Zeit erfordert. Dagegen kommt es unabsichtlich zur Wirkung, wo Stämme von ihrem Standort aus auf die Sägemühle oder auf den Bauplatz geflösst werden. Dass Flossholz der Fäulniss weniger unterliegt, ist eine bekannte Thatsache und findet seine Erklärung in dem Durchströmen des Flusses nach der Länge des Stammes in der Richtung des vormaligen Saftaufsteigens. Es soll sogar vorkommen, dass der Fluss Sinkstoffe durch die Zellenwände treibt und in den Zellen absetzt; wenn dies bis zu einem gewissen Grade stattgefunden, würde freilich der Effect des Auslaugens durch Verstopfen der Poren verloren gehen. — Nachher folgt selbstverständlich das Austrocknen unter gehöriger Vorsicht. Dasselbe geht übrigens an dem von schleimigen Stoffen entleerten Holze schneller, als bei frischgefälltem von gleichem Wassergehalte vor sich. Beim Ankauf von Schwellenholz verdient die Transportart zu Wasser oder zu Land immerhin Beachtung.

Dämpfen. Das zu behandelnde Holz wird in einem verschlossenen Gefäss der Einwirkung von Dampf, welcher aus einem Kessel eingeleitet wird, ausgesetzt. Der Dampf verdrängt zuerst die Luft in dem Gefässe, welche durch einen Hahn nach oben entlassen wird. Hierauf dringt er in das Innere des Holzes, und treibt dessen Saft allmählich hinaus, welcher mit dem Condensationswasser als eine trübe Flüssigkeit von Zeit zu Zeit durch einen Hahn am Boden abgelassen wird. Wenn diese Flüssigkeit wieder klar wird, so hört der Effect des Dämpfens auf und würde nur bei verstärkter Spannung wieder beginnen. Man nimmt die Hölzer heraus und trocknet sie. — Der Erfolg des Dämpfens ist selbst bei starker Spannung nur mangelhaft. Es müssen die Widerstände durch die Wandungen der Zellen so erheblich sein, dass grade die gefährlichen schleimigen Extractivstoffe nur in höchst geringer Menge vertrieben werden[4]), während ein anderer nicht unbeträchtlicher Theil der wirklich ausgelaugten Stoffe (ätherische Oele und Gerbsäure) unvergänglich und sogar conservirend ist. Der schädlichste Bestandtheil des Saftes, das Eiweiss,

[4]) Versuche angeführt in Buresch, Mittheilungen des sächs. Ingen.-Vereins, 3. Heft, p. 126.

gerinnt jedenfalls (schon bei 75° C.), soweit es vom Dampfe erreicht wird. Damit ist es allerdings einigermaassen unschädlich gemacht, aber es verbleibt im Holz, verstopft die Poren und erschwert dadurch die weitere Circulation von Dampf und Saft. Zudem wird aber auch dieser Hauptzweck, das Coaguliren des Eiweissstoffes, nicht einmal zuverlässig erreicht, indem die nöthige Temperatur innerhalb der gewöhnlichen Dauer des Dämpfens nicht auf die ganze Dicke einer Bahnschwelle durchzudringen vermag.[5]) Sollte man aus diesem Grunde wünschen, die Dauer und Spannung des Dämpfens zu steigern, so geräth man dadurch in die Gefahr, die Festigkeit des Holzes zu verringern. Dasselbe wird weicher, verliert den Zusammenhang der Fasern, sowie seine Elasticität (leichtes Biegen von gedämpftem Holz). Auch treten Beschädigungen durch Werfen und Reissen, namentlich an schwächeren Stücken, sowohl während des Processes als nachher, leicht ein. Wegen aller dieser Mängel ist das Dämpfen von Eisenbahnhölzern jetzt nur noch da theilweise in Gebrauch, wo passende Apparate nicht erst besonders hergestellt werden müssen, sondern zu anderen Zwecken bereits vorhanden sind. Das betreffende Verfahren findet sich weiter unten bei dem System Burnett zum Conserviren des Holzes erläutert und beurtheilt.

§ 4. Imprägniren des Holzes. — Ausser der Beseitigung des Wassers und derjenigen des Saftes giebt es ein drittes Princip für die Conservation des Holzes: Durchdringung mit Fäulniss verhindernden Stoffen, oder — um die betreffenden Fremdwörter zu nennen — Imprägnirung mit antiseptischen Substanzen. Selbstverständlich kann dies nur mit Flüssigkeiten ausgeführt werden, und auch diese können wesentlich nur in der Längenrichtung des Holzes eingehen. Es besteht nämlich in der Zellenstructur nach der Quere und Länge ein grosser Unterschied, welcher sich im Grossen als die bekannte Verschiedenheit von Hirnholz und Langholz bezüglich Widerstand gegen Werkzeuge, Ansaugen von Wasser u. s. w. bekundet. Von Hirnholzflächen aus vermag man eine Flüssigkeit in das Holz zu bringen, auf seinen Langseiten bringt es selbst der kräftigste Druck nur bis zu einigen Millimeter Eindringen (Dichtigkeit hölzerner Fässer).

Leider ertheilt die Wissenschaft noch sehr wenig Auskunft über die chemische Wirksamkeit der imprägnirten Stoffe. Zerlegen sie etwa die Bestandtheile des Saftes und bilden mit denselben neue Combinationen, beschäftigen sie sich auch theilweise mit der Holzfaser, oder besteht ihr Effect in einer Vergiftung der Sporen? Die Antworten auf diese Fragen dürften bei verschiedenen antiseptischen Stoffen vielleicht sehr mannigfaltig ausfallen, bis jetzt aber fehlen sie in wissenschaftlicher Art gänzlich und beschränken sich auf die Angabe der Thatsache: dass Holz nicht fault, wenn es genügend von einer gehörig wirksamen Substanz durchdrungen ist.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. § 26. »Die besten bisher angewandten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniss schützt.«

Offenbar kommt es darauf an, einen geeigneten antiseptischen Stoff zu wählen (chemische Wirkung), und ferner denselben auf die geeignete Weise in das Holz zu bringen (mechanisches Verfahren). In beiden Beziehungen kann zu wenig oder zu viel

---

5) A. a. O. p. 115 sind Versuche durch Einschluss von Rose'schem Metall in Bohrlöcher, welche auf gewisse Tiefen in das Holz angebracht und wieder verschlossen worden, angeführt. Die erforderliche Wärme dringt danach bei dreistündigem Dämpfen nicht tiefer als 6—9 Cent. unter die Oberfläche.

geschehen. Es giebt nämlich Stoffe, welche nur eine Zeitlang der Metamorphose das Gleichgewicht halten, wenigstens in der flüssigen Form, welche das Imprägniren erfordert (Eisenvitriol, Kochsalz), andere dagegen, welche die Holzfaser direct zerstören und daher die Festigkeit beeinträchtigen, wenigstens wenn sie in bedeutender Menge eintreten (mineralische Säuren). Noch weniger weiss man, wie der Preis der Stoffe zu ihrer antiseptischen Kraft steht, ob bei allen für gleiches Geld gleicher Erfolg zu erwarten, oder — was wahrscheinlicher — ob eine Scala ihres relativen Werthes besteht, welche indess aus der Scala ihrer Handelspreise nicht gefolgert werden kann. Eine zuverlässig vollkommene und gleichmässige Imprägnirung von Schwellen ist bis jetzt auch durch die stärksten mechanischen Mittel nicht erreicht worden, daher wahrscheinlich auch nicht von unbegrenzter, sondern nur von verlängerter Dauer des Holzes zu sprechen ist. Trotzdem scheint zuweilen schon die Grenze überschritten zu sein, innerhalb deren die Conservation ökonomisch vortheihaft ausfällt.[6]) Andererseits ist selbstverständlich eine blos oberflächliche Behandlung ebenfalls unvortheilhaft; denn die Gährungserreger vermögen durch Risse und längs den Schienennägeln bald in das Innere einer Schwelle zu gelangen. Im Allgemeinen steht die Verlängerung der Dauer im Verhältniss zur Aufnahme an Stoff, und diese wiederum wächst mit der motorischen Kraft der Einpressung. Mit beiden Umständen steigen die Ausgaben, aber sicherlich steigen sie nicht in gleicher Proportion mit dem Erfolg. Wo liegt nun das ökonomisch richtige Verfahren?

Auf alle diese wichtigen Fragen giebt bis jetzt blos die Erfahrung einige Auskunft, aber ohne Unterstützung der analytischen Chemie ist ihr Maassstab doch ein unvollkommener. Das Urtheil gründet sich erstens auf das Gewicht des von der Cubikeinheit Holz aufgenommenen Stoffes, zweitens auf Beobachtungen über die Dauer und die Auswechselung einer grossen Anzahl von Bahnschwellen. Das erste belehrt über die Energie des Eindringens, also gewissermaassen über den theoretischen Effect, das zweite über einen durchschnittlichen Erfolg in der Praxis; aber weder das eine noch das andere dürfte vollständig genügen. Denn während dort zwar die betreffenden Messungen leicht und sicher anzustellen sind, erhält man doch nur ein Verhältniss zwischen Kosten und Stoffquantität, wobei die Qualität oder antiseptische Kraft der benutzten Substanz (welche eben durch die Chemie bestimmt werden sollte) noch nicht ins Spiel gezogen ist. Und wenn andererseits durch Nachweisungen aus dem Eisenbahnbetrieb das Verhältniss zwischen Kosten und Dauer, worauf es doch schliesslich ankommt, allerdings am unmittelbarsten erkannt werden kann, so giebt es dabei leider eine Menge von Nebenumständen, deren relativer Einfluss, beziehentlich Störung des Resultates, nicht sicher veranschlagt werden kann. Diese Momente sind: die Qualität des Holzes (Standort, Fällzeit, Transportart, Aufbewahrung), die Bettung der Schwellen (Damm oder Einschnitt, absorbirender oder wasserhaltender Untergrund, Dicke und Stoff des Schotterbettes, Lage gegen Sonne und

---

[6]) Namentlich an weichem, leichter durchdringbarem Holz. Der Preis einer mit theurem Stoff imprägnirten Schwelle aus Nadelholz kann dadurch höher steigen, als derjenige einer eichenen Schwelle, welche bei der gleichen Behandlung weniger aufnimmt, und man wird dann unstreitig besser thun, Nadelholz gar nicht zu verwenden. Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 261 und 1863, p. 507. — Auch hat sich überhaupt der Preis von buchenen und kiefernen Schwellen, kräftig mit Kreosot imprägnirt, zuweilen schon mehr als verdoppelt, während es noch fraglich ist, ob die Dauer in demselben Verhältniss zugenommen. Im Allgemeinen kann sich das Präpariren nur insoweit lohnen, als man das Faulen bis zum Eintritt der Unbrauchbarkeit der Schwellen durch das Einreiben der Schienen u. a. Einflüsse mechanischer Natur zurückhält.

Wind), die mechanische Zerstörung des Holzes (Schienennägel, Unterstopfen, Verlegen von Gleisen).[7])

Aus diesen Gründen genügen auch die reichhaltigen Mittheilungen und Tabellen, welche bei den Verhandlungen der deutschen Eisenbahn-Techniker veröffentlicht worden sind, noch keineswegs, um über die Erfolge der Holzconservation zuverlässige Urtheile zu fällen. Die Aufzeichnungen über Bestand und Auswechselung der Schwellen sind immer noch mit ausserordentlichen Abweichungen behaftet, und die einzelnen Momente der Zerstörung lassen sich kaum darin sondern. Es konnten deshalb nur annähernde, allgemeine Resultate gezogen werden. Diese lauten[8]):

Dresden 1865. Soweit die Erfahrungen bis jetzt vorliegen, ist die mittlere Dauer der nicht imprägnirten und der auf eine gute Art imprägnirten Schwellen in einer auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch machenden Weise zu folgenden Zahlen abzuschätzen:

Holzart.	Mittlere Dauer in Jahren.	
	natürlich	imprägnirt
Eiche	14—16	20—25
Kiefer	7—8	12—14
Tanne oder Fichte .	4—5	9—10
Buche	2½—3	9—10

7) Die Braunschweigische Eisenbahndirection hat seit 1857 Versuche angeordnet, um mehrere dieser Momente möglichst aufzuklären. Sowohl ungetränkte als getränkte Schwellen von Eichen-, Kiefern- und Buchenholz wurden verlegt, zur Hälfte in das Gleis, zur Hälfte nicht, um den etwaigen Einfluss des Eisens zu untersuchen. Ein Theil der Schwellen ist mit Kies überdeckt, der andere freigelassen. Endlich sind die Schwellen entweder sogleich, oder 6 Wochen oder 12 Wochen nach der Imprägnirung eingelegt. Hieraus entstanden 48 Versuche, zu jedem Versuch sind drei Schwellen verwandt. Sämmtliche Schwellen werden jährlich einmal untersucht. Das bisherige Ergebniss wurde der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in München 1868 mitgetheilt, in deren Verhandlungen es nachgesehen werden kann. Aus so geringen Schwellenmengen lassen sich aber wohl kaum zuverlässige Schlüsse ziehen, weil der wichtige Einfluss der Holzqualität nicht eliminirt werden kann. Auch zeigen verschiedene Holzgattungen z. Th. ganz entgegengesetzte Resultate.

Ueberzeugender geht der auffallende Einfluss der Bettung auf die Dauer der Schwellen hervor aus einer sehr sorgfältigen Revision von 73675 Stück Buchenschwellen, welche in den Jahren 1854 und 1855 auf der Hannoverschen Südbahn verlegt worden sind. Auf durchlässigem Steinschlag gelagert, und mit durchlässigem Kies bedeckt sind nach 13jährigem Liegen noch 95,5 Procent in der Bahn vorgefunden, im grossen Durchschnitt waren 75 Procent noch zu weiterem Gebrauch geeignet, auf undurchlässigem lehmhaltigen Kies und zwischen festen Banketten gelagert zeigte sich noch eine weit geringere Dauerhaftigkeit. (Heusinger's Organ, 3. Supplementband von 1869, p. 58.)

Wie sehr die mechanische Zerstörung auf die Dauer der Schwellen von Einfluss ist, geht am deutlichsten daraus hervor, dass nach Procenten auf derselben Bahnstrecke von Stossschwellen zum Theil 5mal mehr ausgewechselt sind, als von den Mittelschwellen. Organ 1866, 1. Supplementband p. 31. Mehrere der angeführten Umstände werden in folgendem Beschluss der Münchener Techniker-Versammlung zusammengefasst: »Die gesunde Beschaffenheit und die Trockenheit des zu imprägnirenden Holzes ist Hauptbedingung für den guten Erfolg des Imprägnirens; demnächst ist die Durchlässigkeit der Bettung von wesentlichem Erfolge auf die Dauer der Schwellen.«

8) Heusinger's Organ, Supplementbände I und III. In dem letzteren Bande findet sich namentlich eine interessante graphische Darstellung über Auswechselung von Schwellen auf den Hannoverschen Eisenbahnen. Es lässt sich daraus deutlich erkennen, wie der Einfluss der Imprägnirung auf eine gewisse Zeit (etwa 16 Jahre unter den dortigen Verhältnissen) mächtig bleibt, dann aber rasch abnimmt.

München 1868. Aus den Nachweisen von über 30 Bahnverwaltungen ergeben sich folgende durchschnittliche Procentzahlen der Auswechslung, wonach namentlich nach 13jährigem Liegen in der Bahn das Verhältniss der Auswechslung von präparirten Schwellen zu nicht präparirten sich beim Eichenholz wie 1 : 3, beim Kiefernholz wie 2 : 5 herausstellt.

Auswechselung.	Eiche		Kiefer		Tanne		Buche	
	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.
nach 5 Jahren	4,5	0,2	13,6	1,6	48,8	28,3	100	4,3
- 7 -	10,6	0,8	37,3	3,2	93,4	48,7		10,8
- 10 -	31,1	3,5	67,6	11,6				11,5
- 13 -	34,9	12,1	100	41,8				25

Unter den zahllosen antiseptischen Stoffen und den mancherlei Imprägnirungsmethoden, welche seit mehr denn 30 Jahren vorgeschlagen und versucht worden sind, hat die praktische Erfahrung doch schon eine erkleckliche Menge als unvortheilhaft definitiv beseitigt. Nach dem gegenwärtigen Stand des Eisenbahnwesens steht nur noch folgenden vier Substanzen eine Zukunft bevor: Auflösungen in Wasser von Sublimat (Doppelchlorquecksilber), Vitriol (schwefelsaures Kupferoxyd), Zinkchlorid; sowie Kreosot (in Form von Theeröl); also drei mineralisch starke Gifte und ein Stoff organischer Natur. Der gegenwärtig gebräuchlichen mechanischen Verfahren giebt es drei, nämlich: einfaches Untertauchen oder Tränken der Schwellen in der Flüssigkeit, wobei der letzteren unter ihrem eigenen Gewicht überlassen bleibt, ihren Weg in das Holz zu suchen; ferner Beihülfe eines schwachen hydrostatischen Druckes gegen das Hirnholz; endlich starke Pressung der in einem verschlossenen Gefäss befindlichen Flüssigkeit auf die gesammte Oberfläche des in ihr liegenden Holzes mittelst Druckpumpen. Nach der Grösse des mechanischen Druckes könnte man diese drei Wege als Niederdruck, Mitteldruck und Hochdruck bezeichnen. Folgende Tabelle enthält die möglichen Combinationen zwischen den vier Stoffen und den drei Imprägnationsmethoden.

	Niederdruck.	Mitteldruck.	Hochdruck.
Sublimat . . .	Kyan		
Vitriol . . .	*	Boucherie	*
Zinkchlorid . .	*		Burnett
Kreosot . . .	*		Bethell

Ein leeres Feld bedeutet, dass die betreffende Combination überhaupt noch kaum ausgeführt worden ist. Ein Stern bezeichnet diejenigen Verfahren, welche nur bei wenigen Bahnen und unter grossen Abweichungen von einander im Gebrauch stehen, sowie wahrscheinlich in einiger Zeit aufgegeben sein werden. Die vier Namen endlich geben die Erfinder derjenigen Combinationen an, welche am Allgemeinsten und Uebereinstimmendsten benutzt und — um es gleich anzudeuten — wohl in naher Zukunft den engeren Ausschuss unter allen Arten der Holzconservirung bilden werden. Diese vier Systeme sollen nun zunächst ausführlicher erörtert werden.

§ 5. System Kyan.[9]) — Im Jahr 1832 nahm der Engländer Kyan ein Patent auf die Anwendung des Sublimats zur Holzconservation, welcher Stoff zu andern ähnlichen Zwecken, namentlich zum Einbalsamiren von Leichen, schon lange gebraucht worden war. Das Verfahren breitete sich in England alsbald aus und wurde in Folge der Studien einer Commission badischer Ingenieure in England beim Beginn des badischen Eisenbahnbaues 1840 auf den Continent verpflanzt. Auf der Strecke Mannheim-Heidelberg wurden alle Oberbauhölzer kyanisirt. Auf der Strecke Heidelberg-Basel präparirte man wegen der hohen Kosten nur noch die Querschwellen unter den damals in Gebrauch stehenden Langschwellen, weil die ersteren nicht leicht abtrocknen und doch eine Bodentiefe von bleibender Feuchtigkeit noch nicht erreichen, demnach in ungünstigeren Umständen als die offen zu Tage liegenden und überdies leichter auszuwechselnden Langschwellen sich befinden. Bei dem weiteren Ausbau der Badischen Staatsbahnen ging man 1853 zu einer billigeren Methode (Kochen in Zinkchlorid) über, deren geringer Erfolg indessen schon 1859 die Rückkehr zu dem alten Verfahren veranlasste. Hierzu bewog noch die Beobachtung, dass sämmtlichen Schwellen, welche seit 20 Jahren im Boden gelegen hatten, soweit sie nicht durch Spalten und dergleichen gelitten hatten, gesund geblieben waren, sowie ferner der Umstand, dass beim Sinken der Quecksilberpreise die Kosten der Conservation auf die Hälfte reducirt werden konnten. Seitdem ist das Kyanisiren nicht nur in Baden allgemein durchgeführt, sondern auch auf viele benachbarte Bahnen (Nassau, Main-Neckar-Bahn, Pfalz, Hessen, Main-Weser-Bahn, Württemberg, München-Ingolstadt) übergegangen, welche bisher zum Theil auf andere Weise, zum Theil gar nicht präparirt hatten.[10]) Die folgende Beschreibung stützt sich auf die badischen Einrichtungen.

Sublimat wird aus chemischen Fabriken bezogen. Der Preis schwankt ausserordentlich, da der Bezug von Quecksilber aus Spanien auf unsicheren Grundlagen ruht; er betrug i. J. 1873 etwa 220 M. per Centner, und stieg 1875 bis zum Dreifachen. Das äusserst gefährliche Gift muss bei der Aufbewahrung und Auflösung mit Vorsicht behandelt werden, derart dass Stäuben des Pulvers, Berührung nasser kyanisirter Holzflächen, ja schon Athmen in der nächstem Umgebung des einigermaassen flüchtigen Stoffes zu vermeiden sind. Die Arbeiter tragen eigene Röcke und Handschuhe, verbinden sich beim Auflösen des Sublimats den Mund und halten Gegengifte (Eier und Zuckerwasser) bereit. Ein anderer wichtiger Umstand ist, dass an allen Apparaten die Berührung von Sublimat mit Eisen vermieden werden muss, weil dann Quecksilber und Eisen ihren Platz vertauschen und demnach sowohl der Erfolg der Conservation als die Festigkeit der Apparate geschmälert werden würde. Die »Lauge«, in welche das Holz eingelegt wird, besteht aus einer Auflösung von Sublimat in dem 150fachen Gewicht Wasser. Zu ihrer Vorbereitung dient ein eigener Raum, in welchem auch das Sublimatpulver in einer mit doppeltem Deckel versehenen Kiste aufbewahrt werden kann. Aus einem Schieber am Boden der Kiste entlässt man ein Quantum in ein Gefäss mit enger Deckelöffnung, um darin das Abwiegen vorzunehmen. Hierauf folgt die Vermischung in einer Tonne, durch deren Deckel ein Rührer (ähnlich einem Butterfass) geht. Zwei enge correspondirende Oeffnungen

---

[9]) Specialquellen sind:
Nachweisung über den Eisenbahnbau im Grossh. Baden. Karlsruhe 1844, p. 204 und Bl. 6.
Heusinger's Organ 1866, p. 116, Aufsatz über das Kyanisiren der Hölzer in Baden.

[10]) Die Holzhandlung von Katz & Klumpp in Gernsbach, Baden, liefert insbesondere für eine Reihe der genannten Bahnen Schwellen, welche in mehreren wandernden Kyanisiranstalten fertig präparirt werden.

dienen wieder zum Entleeren des Sublimats aus jenem Gefäss in die Tonne, ohne den Stoff direct zu berühren oder umherstäuben zu lassen. Zuvor aber war die Tonne mit dem 6fachen Gewicht des Sublimats an heissem Wasser (in welchem die Lösung leichter als in kaltem zu bewerkstelligen) gefüllt — man vermeidet Wasser auf das Pulver zu giessen, weil durch den Wasserdampf leicht Pulver mit aus der Deckelöffnung emporgerissen werden könnte. Nach gehörigem Umrühren kommt die concentrirte Lösung in das eigentliche Kyanisirungsgefäss, um hier in kaltem Wasser auf den vorgeschriebenen Grad verdünnt zu werden. Dieser letzte Transport erfolgt in verdeckten Kübeln, und häufig wird die Lösung durch einen mit Zeug ausgeschlagenen Korb gegossen, um filtrirt zu werden und etwaige Verunreinigungen und Verfälschungen zu erkennen und zurückzubehalten.

Die Prüfung der Lauge auf ihren Gehalt an Sublimat erfolgt in einem zu diesem Zweck graduirten Röhrchen mit einer Auflösung von Iodkalium. Die letztere fällt aus der Lauge das Quecksilberoxyd als rothen Niederschlag, welcher sich durch weiteres Zugiessen von Iodkalium sofort wieder in eine wasserhelle Flüssigkeit auflöst. Der Farbenwechsel kann scharf beobachtet und die Röhre so numerirt werden, dass der Arbeiter sofort den etwa erforderlichen Zusatz an Sublimat in Gewicht abliest.

Die Kyanisirgefässe sind hölzerne Tröge (Figur 3—6, Tafel X) von 6—10^{m} Länge, 2^{m},6 Breite (etwas mehr als Schwellenlänge) und 1^{m},3—1^{m},5 Höhe. Wände und Boden bestehen aus scharfkantigen, gehobelten Kieferschwellen von 150—180 Mill. Stärke. Dieselben sind durch zahlreiche eichene Dollen gegen Verrückung gesichert und auf einander gepresst durch 24 Mill. starke eiserne Anker mit doppelten Muttern in 0^{m},9—1^{m},2 Abstand. Die beiden Querwände greifen in Nuthen der Langwände und werden in dieselben mittelst dreier Anker fest eingepresst. Behufs Wasserdichtigkeit aller Fugen werden dieselben (wie auch die gebohrten Löcher für die Anker) mit einem Kitt aus Oel, Wachs und Harz unmittelbar vor dem Zusammensetzen des Troges warm angestrichen. Ein anderes Mittel besteht in Falzen längs aller inneren Fugen, in welche Asphalt eingestrichen und abgebügelt wird. Der Trog wird auf ein Holzgerüst gestellt, um unterwärts beizukommen und etwaige Undichtigkeiten zu erkennen. Lange Tröge werden auch zweckmässig mit einigen Holzgeschlingen (Fig. 5) umgeben, um dem Wasserdruck auf die Langwände zu begegnen. Jedenfalls werden, damit die Schwellen nicht schwimmen, Druckbäume quer über die Tröge durch starke eiserne Bänder gesteckt, welche beim Ein- und Auslegen des Holzes wegzunehmen sind (Figur 6). Die Oberkante der Tröge liegt zweckmässig in mittlerer Schulterhöhe über dem Fussboden der Kyanisiranstalt, letzterer aber in der Höhe der Eisenbahnwagenböden, um den Holztransport zwischen Bahn und Trog möglichst zu erleichtern.

Die Hölzer werden lufttrocken und fertig bearbeitet imprägnirt, also Schwellen am Schienenauflager eingeschnitten, Brückenhölzer durchbohrt u. s. w., da es wichtig ist, später keine »frischen Flächen«, welche nicht direct mit der Lauge in Berührung gekommen, zu exponiren. Die Hölzer müssen so gelegt werden, dass sie weder den Trog, noch sich gegenseitig berühren, deshalb Latten zwischen den Schichten und Zwischenräume in jeder einzelnen. Ein Trog von 6^{m} Länge fasst etwa 150 Stück vollkantige (240 auf 150 Mill.) oder 120 Stück halbrunde Zwischenschwellen. Die oberste Schicht wird mit einigen Dielen belegt und gegen die Druckbäume mittelst Keile abgesteift. Hierauf kommt die Lauge in den Trog. Dieselbe soll täglich zweimal mittelst einer hölzernen Krücke an langer Stange umgerührt, sowie alle paar Tage

aufgefüllt und in ihrem Gehalt an Sublimat ergänzt werden. Was die Dauer des Verfahrens anbetrifft, so sollte dieselbe rationell nicht von den Querschnittsdimensionen, sondern von der Länge der Hölzer abhängen, weil die Erfahrung nachweist, dass die Lauge fast ausschliesslich durch die Hirnflächen eindringt. Dennoch wird in der Regel die Vorschrift befolgt, gewöhnliche Querschwellen 10 Tage, schwächere Hölzer (Telegraphenstangen und Gedeckbohlen) 5 Tage, stärkere (Langschwellen und Brückenhölzer) 15 Tage in der Lauge zu belassen. Offenbar sollte aber ausserdem die Gattung des Holzes berücksichtigt werden, von welcher die Leichtigkeit des Eindringens mit abhängt. So besteht anderwärts die Regel, tannene Zwischenschwellen 8 Tage, eichene 14 Tage lang zu imprägniren. Wenn diese Zeit verflossen ist, so wird zunächst die Lauge ausgepumpt und zwar mittelst einer einfachen, lediglich aus Holz und Leder construirten transportablen Saugpumpe und einiger hölzerner Rinnen. Es zeigt sich nun ein Niederschlag auf den Hölzern, welcher bei ihrem Herausnehmen abzuspülen ist. Die Schwellen werden sodann an der Luft getrocknet, wozu 2 bis 3 Wochen genügen. In Folge des schwachen Druckes und der gewöhnlichen Temperatur beim Kyanisiren werden die Hölzer nicht eigentlich ausgelaugt. Die Lauge empfängt wenig Saftbestandtheile, bleibt klar und kann sofort, wie auch jenes Spülwasser, wieder benutzt werden. Deshalb finden sich in einer Kyanisiranstalt wenigstens zwei Tröge, von welchen abwechselnd der eine im Einlaugen, der andere im Aus- und Eintragen von Holz steht. Da aber das Erstere durchschnittlich 10, das Letztere nur 2 Tage in Anspruch nimmt, so ist die Aufstellung von 6—8 Trögen noch zweckmässiger, um das Betriebsmaterial niemals unbenutzt zu lassen. Es versteht sich, dass man die Lauge direct aus einem Trog in den andern überpumpt und hierin die erforderliche Ergänzung mit Wasser und mit concentrirter Vormischung vornimmt.[11])

Nach dem beschriebenen Verfahren behandelt, schluckt durchschnittlich 1 cub. m. Schwellenholz:

aus recht trocknem Nadelholz	1,2 Kil.	Sublimat
- Eichenholz	1,0 -	-
- luftfeuchtem oder sehr harzigem Nadelholz .	0,9 -	-

In noch grösserem Durchschnitt, alle Holzarten und Schwellendimensionen zusammengerechnet, beträgt der Aufwand für die vollständige Kyanisirung bei niedrigen Preisen des Sublimats:

	per cub. m.	per Schwelle.
Sublimat:	1 Kil. = 4,5 M.	0,1 Kil. = 0,45 M.
Arbeitslohn:	3,5 -	0,35 -
Zusammen:	8,0 M.	0,8 M.[12])

[11]) Bei Frostwetter wird das Geschäft eingestellt, da die Lauge auskrystallisirt, d. h. Sublimat vom Wasser scheidet. Man kann daher nur auf etwa 8 Monate Arbeitszeit rechnen.

[12]) Es sind dieses die Durchschnittsresultate der badischen Eisenbahnbetriebs-Verwaltung. Nach den Erfahrungen der badischen Bauverwaltung (Neubau von Bahnen) dürfte ein Ansatz von 0,15 bis 0,2 M. für den Arbeitslohn vollkommen genügen. Die oben genannten Holzlieferanten haben die Selbstkosten pro Schwelle von 0,1 Cbm. auf ihren Kyanisiranstalten in Bayern ermittelt zu:

Sublimat 0,1 — 0,12 Kil. =	0,48 — 0,57 M.
Arbeitslohn	0,08 — 0,11 -
Unterhaltung der Anstalt	0,01 — 0,04 -
Gesammtkosten	0,63 — 0,73 -

Bei hohen Preisen des Sublimats (1875) können die Kosten auf 16 M. per cub. m. steigen.

Kyan's Methode wurde, bald nachdem unzweifelhafte Resultate ihrer Wirksamkeit vorlagen, durch englische Chemiker geprüft. Nach Faraday's Meinung besteht der Erfolg in der Coagulirung oder in der chemischen Anziehung des Eiweissstoffes durch das Sublimat. In Folge der badischen Conservation beschäftigte sich der Chemiker Probst in Heidelberg mit diesem Gegenstande und wies nach, dass die Zersetzung des Holzes mit einer Entziehung von Sauerstoff beginne. Präservativ könnten daher nur jene Stoffe sein, welche leicht desoxydirt und schwer oxydirt werden, also edle Metalle, zu welchen das Quecksilber gehört. Wie dem auch sei, so ist die specifisch giftige, d. h. organisches Leben zerstörende Eigenschaft von Quecksilberverbindungen bekannt, und in der antiseptischen Kraft an sich verdient das Sublimat unstreitig den Vorzug vor allen anderen Substanzen. Aber eben dieser Umstand macht auch grosse Vorsicht bei der Anwendung nöthig. Die Besorgnisse, welche man für die in den badischen Kyanisiranstalten (vulgo Gifthütten) beschäftigten Arbeiter hegte, waren allerdings übertrieben; bei gehöriger Uebung und Aufsicht pflegen diese Leute sich ganz wohl zu befinden und das Geschäft unbedenklich zu besorgen. Aber es möchte wohl nicht rathsam sein, kyanisirtes Holz an Constructionen zu verwenden, wo Menschen und Thiere ohne Arg feuchte Oberflächen berühren können, z. B. Einfriedigungen, Barrièren. Wird es doch sogar verboten, Spähne und Abfälle von dergleichen Holz in Küchen zu verbrennen.

Auffallend verschieden steht das Urtheil über Kyan's System in den beiden Gegenden, wo es im Grossen adoptirt wurde. Englische Ingenieure waren sehr bald der Ansicht, dass das Imprägniren bei Niederdruck von gar keinem oder doch die Kosten keineswegs deckendem Erfolge sei, weil die Hölzer nachweislich höchst ungenügend durchdrungen würden. Der Versuch, die Lauge stärker zu concentriren, scheint nicht gefruchtet zu haben. Auf der Great Western-Bahn löste man Sublimat in dem 46fachen Gewicht Wasser, erreichte aber nur eine Aufnahme von 0,8 Pfd. pr. cub. m. Holz.[13]) Kyan ging deshalb 1836 zum Imprägniren unter Hochdruck über und selbst in Amerika imprägnirte man bei der Reading-Bahn Holz mit einer Sublimatlösung von 1 : 150 unter 7 Atmosphären-Druck.[14]) Die Erfolge scheinen jedoch nicht günstiger oder die Kosten zu hoch gewesen zu sein; insbesondere mag die Ausführung und Unterhaltung der hierzu erforderlichen Apparate — ohne Eisen mit der Lauge in Berührung zu bringen! — unübersteiglichen Hindernissen begegnet sein.

So ist im Vaterlande des Erfinders das Kyanisiren längst aufgegeben. Die

---

Hierzu würde streng genommen noch ein Betrag für Amortisation der Einrichtung kommen. An einigen Zweigbahnen in Baden wurde in den Jahren 1869—71 das Kyanisiren von Nadelholz und Eichenholz durch die Bank zu 8,5 M. per Cbm. in Accord gegeben, wobei Stellung und Unterhaltung der Apparate Sache der Lieferanten waren. Bei einem derartigen Geschäft für die württembergische Nagoldbahn haben die Unternehmer Garantie für mindestens 6jährige Dauer der Schwellen übernommen.

[13]) Förster's Bauzeitung 1857, p. 191. Die Dauer des Einlegens wird nicht angegeben, aber selbst wenn sie ebenfalls etwa 10 Tage betragen hätte, so könnte man vermuthen, dass eine starke Lauge weniger leicht als eine wässerige durch poröse Zellenwände zu dringen vermag. Das Sublimat ist nicht sehr leicht löslich, wird also auch gewiss leicht abgesetzt und die Poren verstopfen.

[14]) Eisenbahnzeitung 1845, p. 27.

weit günstigeren Erfolge in Baden sind dagegen unbestreitbar. Wir ersehen dies weniger aus den 30jährigen Schwellen der Mannheim-Heidelberger Bahnstrecke, welche auf einem ungewöhnlich günstigen Untergrund lagen (selbst die Leichen auf den Kirchhöfen jener Kiesebenen verwesen langsamer als anderswo), sondern vorzugsweise aus den genaueren und zuverlässigeren Nachweisungen, welche in den letzten 15 Jahren über die Bahnunterhaltung geführt worden sind. Diese Zeit genügt, um abermals das gute Resultat der Kyanisirung, namentlich an Nadelholz, zu constatiren. Woran liegt nun das? Es muss zugegeben werden, dass eine Schwelle nur auf geringe Tiefe vollständig mit der Lauge imprägnirt wird.[15]) Bei der Flüchtigkeit des Stoffes möchte derselbe vielleicht in Gasform noch weiter eindringen, oder eine Art von Giftatmosphäre um die Schwelle herum bilden, welche trotz späterer Risse, Nagellöcher und dergleichen zum Abschrecken der Sporen genügt. Wie schon im Allgemeinen erwähnt, muss hier von der analytischen Chemie Aufschluss gewünscht werden. — Das Urtheil der Techniker-Versammlung in Dresden 1865 lautet:

»Nach den allerdings in einer beschränkten Anwendung auf den Badischen Bahnen gewonnenen Erfahrungen des Imprägnirens mit Quecksilbersublimat verspricht dieses Verfahren sehr günstige Resultate, doch ist dasselbe 2- bis $2^1/_2$ mal so theuer wie das Imprägniren mit Zinkchlorid.«[16])

§ 6. System Boucherie.[17]) — An den ersten Eisenbahnlinien Frankreichs machte man ausschliesslich von eichenen Schwellen Gebrauch. Die Kostspieligkeit dieses Materials veranlasste den Dr. Boucherie, antiseptische Stoffe auf billigere Holzarten zu appliciren. Nach längeren Versuchen nahm er 1841 ein Patent auf die Conservation mit Kupfervitriol. Aber nicht auf dieser Substanz, deren antiseptische Eigenschaft längst bekannt war, beruht das Eigenthümliche des Verfahrens, sondern auf dem Princip: den Holzsaft durch die unter hydrostatischem Druck infiltrirte Flüssigkeit möglichst zu verdrängen und dann letztere an seine Stelle zu bringen.

Die erste Anwendung im Grossen wurde 1846 an der französischen Nordbahn, sowohl zu Schwellen als zu Telegraphenstangen, gemacht. Seitdem ist das Boucherie'sche Verfahren in Frankreich gleichsam das nationale geworden, durch Commissions- und Ausstellungsberichte vielfach empfohlen und noch gegenwärtig bei weitem in der ausgedehntesten Anwendung von allen conservirenden Methoden. In England hat dasselbe, soviel bekannt, keine Anwendung gefunden, weil die wesentliche Bedingung, das Holz frisch zu präpariren, dort selten erfüllt werden kann. Auch in Deutschland scheint man dem System lange nicht mit Vertrauen entgegen

---

15) Wenn man angeblich aus dem Inneren einer dreifüssigen Schwelle regulinisches Quecksilber analysirt hat, so mag dasselbe vielleicht durch einen Riss hineingelangt sein. Abgesehen von Spalten und dergleichen beträgt die Tiefe des Eindringens am Langholz nach vielen Beobachtungen nur einige Millimeter und wird auch durch den Umstand bestätigt, dass über Rosten der Schienennägel und dergleichen nicht geklagt wird, während Sublimat sonst Eisen nicht verschont.

16) Organ 1866. Supplementband p. 43. Der Preisunterschied steigert sich bei hohen Sublimatpreisen noch erheblich, so dass gegenwärtig (1876) die Kyanisirung auf deutschen Eisenbahnen wieder an Beliebtheit abnimmmt.

17) Quellen: Annales des ponts et chaussées 1850, 2 série p. 225.
Conservation des bois par le procédé Boucherie, Paris 1857.
Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereins 1857, p. 358.
Förster's Bauzeitung 1866, p. 146.
Imprägnirung von Telegraphenstangen: Förster's Bauzeitung 1864, p. 369.

gekommen zu sein, indem es erst an österreichischen Bahnlinien unter dem Einfluss französischer Ingenieure Eingang fand.[18] Die folgenden Beschreibungen beziehen sich auf das gegenwärtig in Frankreich übliche Verfahren.

Vitriol wird von Bergwerken, welche Schwefelkupfererze fördern, zum Preise von beiläufig 36 Mark per Ctr. bezogen. Wichtig ist es, dass die Waare vollkommen neutralisirt, d. h. frei von Säure und anderen Metallsalzen, namentlich von Eisen sei, indem das schwefelsaure Eisenoxydul sich leicht zerlegt und mit der freien Schwefelsäure die Holzfaser angreift.

Die Lösung wird durchgängig mit dem 100fachen Gewicht Wasser bewerkstelligt (einprocentige Lauge). Dies geschieht (Fig. 7) in hölzernen Tonnen mit etwa 1^m Höhe und 2^m Weite, von denen mindestens zwei zum abwechselnden Gebrauch auf einem Gerüst aufgestellt sind. Entsprechend dem Inhalt einer Tonne wird eine abgewogene Menge von Vitriol in einen Korb gefüllt und schwimmend ins Wasser gelegt. Das Gerüst steht gewöhlich unbedeckt mitten auf dem Arbeitsplatz. Zum Aufbringen von Wasser aus irgend einem naheliegenden Gewässer dient eine gewöhnliche Handpumpe, an welcher, da sie auch zum Aufpumpen von gebrauchter Lauge benutzt wird, Eisentheile zu vermeiden sind. Der Gehalt der Lauge wird mittelst eines Aräometers geprüft (obiges Mischungsverhältniss entspricht 1^0 des Beaumé'schen Aräometers).

Um Holz nach Boucherie's Verfahren zu präpariren, also um den Saft soweit möglich durch eine antiseptische Flüssigkeit zu ersetzen, ist es nothwendig, dass auch jener, der Saft, sich im höchsten Grade der Flüssigkeit befinde. Daraufhin ist vor allem die Fällzeit des Holzes zu wählen. Da die innere Lebensthätigkeit der Bäume ungefähr mit dem Jahresanfang beginnt, so enthalten sie in den drei ersten Monaten einen reichlichen klaren wässerigen Saft, welcher erst im April zu gähren, d. h. neue Holzmasse abzuscheiden pflegt. Von hier an bis zum August gefälltes Holz würde der Imprägnirung grossen Widerstand entgegensetzen, da der Saft vielen und klebrigen Extractivstoff enthält. Im September nimmt die Vegetation ab, der Saft wird klarer und man hat bis zum Ende des Jahres ziemlich günstige Verhältnisse, wenn auch die Quantität des Saftes und die Saugfähigkeit der Zellenwände nicht so bedeutend ist, wie nach Neujahr. Mit diesen Regeln stimmt nun auch die Zulässigkeit des Aufbewahrens überein. Im Winter gefälltes Holz bewahrt seinen Flüssigkeitsgehalt länger klar unzersetzt, als solches aus der Sommerzeit; so dass, weil man bei Frost nicht imprägniren kann, die stärkste Campagne der Conservationsplätze in die Frühlingsmonate fällt. Bis zum Juni sollte alles im Winter geschlagene Holz präparirt sein. Dem Sommerholz wird dagegen jeweils höchstens ein Monat zum Transport und Lagern zugestanden. Und das Holz aus den Herbstmonaten muss vor Eintritt des Frostes fertig imprägnirt werden. Die gleich nach der Fällung in Wasser getauchten oder geflössten Hölzer behalten die Imprägnirungsfähigkeit sehr lange. Dadurch entsteht in gewissen Localitäten der Vortheil, das Fällen in bequemer Zeit vornehmen und die Stämme untergetaucht aufbewahren zu können, bis passende Ge-

---

18) Auf der Pariser Ausstellung 1867 führte die Firma Steinbeis & Co. in Brannenburg, Oberbayern, Buchenschwellen nach Boucherie's System mit Vitriol imprägnirt vor, welche auf den Bayerischen Ostbahnen verwendet werden. Auch auf den Sächsischen westlichen Staatseisenbahnen sind die für die Auswechselung der nächsten Jahre erforderlichen Schwellen nach Boucherie's Verfahren imprägnirt, und seit 1863 betreibt die Pfälzische Bahnverwaltung das Imprägniren theilweise nach dieser Methode in Regie.

legenheit zum Imprägniren kommt. Doch darf das Wasser nicht Sand führen und die Poren damit verstopfen.

Trotzdem man im Allgemeinen möglichst bald nach dem Fällen präparirt, erstarrt doch der Saft an den abgesägten Endflächen und lässt sich hier schwer vertreiben. Es werden deshalb unmittelbar vor der Imprägnirung die abgetrockneten Hirnholzenden abgesägt, auf mehr oder weniger Länge je nach der Zeit, welche seit dem Fällen verflossen. Auch die stattfindende Temperatur influirt natürlich auf diesen Umstand.

Alle Hölzer behalten ihre Rinde und werden lediglich abgelängt.[19]) Bei Eisenbahnschwellen wählt man diese runden Klötze entweder von einfacher oder von doppelter Schwellenlänge ($2^m,5$ oder 5^m) und hiernach giebt es auch zweierlei Wege, die Lauge an das Holz zu bringen. Der Durchmesser beträgt mindestens so viel, dass nach erfolgter Imprägnirung zwei halbrunde Schwellen gewonnen werden. Alle Klötze werden reihenweise und mit geringer Neigung auf Langschwellen gelegt und auf denselben festgeklammert. Längs jeder Reihe von einfachen Klötzen (Fig. 7 links) liegt ein Zuleitungsrohr *a* (5 bis 6 cent. weit aus Kupferblech) in Verbindung mit der Laugentonne. Vor dem Hirnende jedes Klotzes wird ein in Fett getränktes Seil umgelegt, ein Brett vorgelegt und dieses mit einigen Klammern fest angezogen, so dass eine cylindrische wasserdichte Kammer entsteht (Fig. 9). Jede Kammer communicirt mit der Leitungsröhre durch ein Kautschukrohr, empfängt also Lauge unter einer Druckhöhe von ungefähr einer Atmosphäre. Um die Luft aus der Kammer zu entlassen, genügt es den Rohrspund etwas zu lüften; und die Lauge sieht nun keinen andern Weg vor sich, als in das Hirnholz des Klotzes einzudringen und seine Fasern zu verfolgen, indem sie den Saft vor sich hertreibt. Schliesslich erreicht sie das entgegengesetzte Ende und tröpfelt hier in eine offene hölzerne Rinne *b*, welche unter sämmtlichen Klötzen der Reihe hinläuft.[20])

Klötze von doppelter Schwellenlänge (Fig. 7 rechts) erhalten in der Mitte einen Sägeschnitt, bis auf $^9/_{10}$ des Durchmessers und werden sodann etwas aufgekeilt, so dass der Sägeschnitt nach oben aufklafft. Man legt nunmehr ringsum einen gefetteten Strick und lässt den Klotz wieder fallen. In Folge davon schliesst sich der Sägeschnitt und klemmt den Strick zwischen die beiden Hirnholzflächen, so dass ebenfalls eine cylindrische Kammer entsteht (Fig. 8). Die Zuleitung erfolgt aus der Röhre *a* durch ein Zweigrohr und ein schräg durchbohrtes Loch. Zum Entlassen der Luft im Anfang des Einfliessens stösst man mit einer Nadel ein feines Loch in den Strick und verstopft dasselbe, sobald die Lauge selbst aussen erscheint. Natürlich fliesst die letztere nun nach beiden Richtungen und wird gesammelt in den beiden Rinnen *b*.

Auf grossen Werkplätzen besteht ein ganzes System von Zuleitungsröhren, fest eingebettet, mit Hähnen und regelmässigen Ansätzen zum Anstecken der Kautschuk-

---

[19]) Wollte man sie vorher beschlagen, so würde man Fasern bloslegen, durch welche die Flüssigkeit ausschwitzt. Das Holz soll gleichsam eine Röhre mit zwei offenen Enden darstellen. Auch dürfen keine erheblichen Verletzungen vorkommen.

[20]) An der Altona-Kieler Bahn wurde nach Fig. 10 behufs Bildung der Kammer eine Dose von Messing mit zugeschärftem Rande vor die Hirnholzfläche angesetzt und mit einigen Hammerschlägen eingetrieben. Der Durchmesser der Dose war etwas kleiner als der des behandelten Stammes. Die Dose besass einen Ansatz für den anzuschraubenden Kautschukschlauch, sowie ein Loch mit Pflock zum Entfernen der Luft beim Anlassen der Flüssigkeit. Dieser Apparat arbeitet vermuthlich bequemer und zuverlässiger als Hanfstricke und Bretter.

zweige versehen, sowie ein anderes System von Rinnen, welche mit gehörigem Gefälle schliesslich in eine Tonne unter dem Gerüst sich entleeren. Auch diejenige Flüssigkeit, welche aus etwaigen Rissen und Astlöchern der Klötze ausschwitzt, kann noch in Rinnen aufgefangen werden. Um nun den Gehalt von Vitriol in der ablaufenden Flüssigkeit nicht verloren gehen zu lassen, wird dieselbe in die Mischungsbehälter aufgepumpt und hier zur vorschriftsmässigen Stärke ergänzt. Allein dieselbe enthält zugleich Holzsaft und wird daher nach kurzer Zeit — trotz Abschäumen und Filtriren durch ein Tuch — ganz unbrauchbar, in mechanischer Beziehung zu schleimig, in chemischer zu unrein.

Der Vorwurf, welcher aus diesem Grunde dem Boucherie'schen System lange mit Recht gemacht wurde, ist indessen vor einigen Jahren durch eine gründliche Filtration beseitigt, auf welche, soviel bekannt, der Holzhändler André in rassburg ein Patent nahm. Es befinden sich am Fusse des mehrerwähnten Gerüstes ebenso viele Filtertonnen, wie oben Mischungstonnen. Jede der ersteren besitzt einen Deckel, der an einer Kette mit Balancirgewicht leicht zu heben ist, um die filtrirende Substanz (Kies oder Kohle?) einzuschütten, hierauf geschlossen und mit einigen Ankern fest auf das Gefäss gepresst wird. Die Flüssigkeit macht nun folgenden Weg: aus den Rinnen durch die Pumpe in eine der oberen Tonnen, durch ein Blechrohr abwärts an den Fuss einer Filtertonne, welche also unter 8^m—10^m Druckhöhe von unten nach oben passirt wird, endlich aus dem Filter entweder direct in die Zuleitungsröhre oder wirksamer (weil die Reibungswiderstände im Filter unschädlich werden) abermals durch die Pumpe auf das Gerüst, um von hier direct in das Röhrensystem einzufliessen. Eine Filtertonne muss bei fortwährendem Gebrauch täglich gereinigt werden. Durch passende Rohr- und Hahnverbindungen zwischen den verschiedenen Behältern und Leitungen lässt sich der Betrieb der ganzen Anstalt bequem und ununterbrochen fortsetzen, ohne dass es schwierig wäre, gewisse Theile behufs Reinigung oder Reparatur auszuschalten.

Während der ganzen Arbeitsdauer muss das Ablaufen der Lauge an den Endflächen beobachtet werden, um die Energie und Gleichförmigkeit der Imprägnation zu prüfen. Man bedient sich zu diesem Zwecke eines kupfernen Röhrchens, welches an verschiedenen Stellen der Endfläche angetrieben ein Tröpfchen Vitriollösung entlockt, sobald die betreffenden Fasern davon durchdrungen waren. Ferner bestimmt man mit dem Aräometer den Gehalt der ablaufenden Flüssigkeit an Vitriol, welcher im Anfang schwach sein wird und allmählich steigt, im entgegengesetzten Maasse wie das Holz Vitriol zurück behält. Zeigt sie $^2/_3$ des Gehaltes, welchen sie beim Einfliessen besitzt, so wird das Holz als genügend imprägnirt angesehen und demnach die Operation abgebrochen. Die hierzu erforderliche Zeitdauer hängt von mancherlei Umständen ab. Man kann annehmen, dass sie mit der angewendeten Druckhöhe in gradem Verhältniss steht und in umgekehrtem mit dem Durchmesser und dem Quadrate der Länge des Klotzes. Ferner ist die Witterung von grossem Einfluss, indem feuchte milde Luft das Verfahren beschleunigt, Trockenheit und Kälte es verzögern. Von grösster Bedeutung aber ist die Beschaffenheit des Holzes selbst. Nicht nur erfordert länger aufbewahrtes Holz mehr Zeit, sondern es kann auch jederzeit ein Unterschied zwischen Splint- und Kernholz in der Saugfähigkeit bemerkt werden. In dieser Beziehung sind diejenigen Holzgattungen am vollständigsten zu conserviren, welche bei mittlerem Härtegrad am wenigsten Unterschiede in ihren Jahrringen besitzen (Buche und Kiefer), während an solchen von sehr hartem Kern (Eiche) oder von sehr weichem Splint (Tanne) die

Flüssigkeit fast nur den Umfang durchzieht.[21]) Buchene Klötze für Bahnschwellen in frischem Zustande bedürfen durchschnittlich 48 Stunden, längere Stücke und sonstige Sorten bis zu 100 Stunden. Alle Hölzer aber, welche nach 100 Stunden das gewünschte Ziel nicht erreichen, pflegt man umzuwenden und einer Präparation in entgegengesetzter Richtung zu unterwerfen. Dabei kommt nicht nur das schwächer imprägnirte Ende zuerst an die Flüssigkeit, sondern es werden auch die Zellenwände wieder geneigter zum Durchsaugen gemacht (wie jedes Papierfilter nach dem Umdrehen).

Bis zu dem oben angegebenen Zeitpunkte, wo die Imprägnirung eingestellt wird, ist bei Buchenholz durchschnittlich eine dem dreifachem Volumen des Klotzes gleiche Flüssigkeitsmenge ausgeflossen.[22]) Mehr noch bedarf man zum Einfliessen, da das Holz stets vollständiger mit Lauge als mit Saft angefüllt wird. Die betreffende Gewichtszunahme beträgt nach Boucherie's Messungen[23]) per cub. m. Schwellenholz von der

Tanne	24 Kil.	Kiefer	57 Kil.
Eiche	25 -	Buche	95 -

Hierdurch wird auch die oben angezeigte Eigenthümlichkeit der Holzarten bestätigt. Die Vermehrung des Gewichtes besteht indess nicht blos in trockenem Vitriol, auch nicht in genau einprocentiger Lauge, sondern aus einem Mittelwerth zwischen beiden. Die Aufnahme an Vitriol in (trockenem Zustande) lässt sich nur aus der Gehaltsdifferenz zwischen der einlaufenden und ablaufenden Flüssigkeit ermitteln und beträgt durchschnittlich bei Buchen- und Kiefernholz:

per cub. met.: 5,5 Kil.
- Schwelle: 0,55 -

Diese Zahl wird von französischen Ingenieuren als Norm angenommen und den Holzlieferanten auferlegt — selbst wenn eine andere Methode als die von Boucherie gewählt werden sollte. Ehe das Abfangen der Flüssigkeit und ihre Filtrirung sorgfältig geschah, rechnete man an Vitriolbedarf per Schwelle 0,7 Kil., wovon eben 0,15 verloren gingen oder allzusehr verunreinigt wurden.

Die Kosten der Imprägnirung von Holz mittlerer Härte nach Boucherie können gegenwärtig veranschlagt werden: [24])

[21]) Auch bei Auswahl der Buchenstämme ist mit Vorsicht zu verfahren, Stämme mit abgestorbenem Kern imprägniren sich nicht gut, daraus geschnittene Schwellen halten kaum 5 Jahre.

[22]) Wie stark die Quantität des Saftes werden kann, zeigt ein Beispiel, wo aus einem Buchenstamme von ca. 15^{m} Länge und 0,9^{m} mittlerem Durchmesser innerhalb 23 Stunden 3060 litres Saft abgeflossen und durch 3210 lit. Lauge ersetzt waren.

[23]) Annales des ponts et chaussées 1850, wo noch andere Holzgattungen angeführt sind.

[24]) A. a. O. werden die einem Unternehmer der Eisenbahn von St. Quentin erwachsenen Kosten per Buchenschwelle angegeben wie folgt:

Allgemeine und Einrichtungskosten .	0,108 fr.
Transport des Holzes zum Werkplatz	0,304 -
Vitriol (0,7 Kil.)	0,499 -
Arbeitslohn	0,203 -
	1,114 fr.

Von diesen Kosten rechnen wir den ersten, als beim Vergleich der verschiedenen Methoden unpassend, und den zweiten, als zur Imprägnirung nicht gehörig, ganz ab, ferner die

	per cub. m.	per Schwelle.
Vitriol	5,5 Kil. = 4,0 M.	0,55 Kil. = 0,4 M.
Arbeitslohn	2,0 -	0,2 -
Zusammen:	6,0 M.	0,6 M.

Die antiseptische Kraft des Vitriols ist nicht zu bezweifeln. Sie soll nach König's Versuchen[25]) darin bestehen, dass der Stoff vom Harz, nicht von der Holzfaser gebunden wird. Er lässt sich in Verbindung mit dem Harz durch Alkohol extrahiren. Stickstoffhaltige Bestandtheile würden durch anhaltende Imprägnirung ausgezogen (also mechanische und nicht chemische Wirkung?), da der Stickstoff im conservirten Holz nicht mehr nachzuweisen. Indess kann eine hervorragend conservirende Eigenschaft dem Vitriol nicht zugeschrieben werden und seiner Anwendung stehen jedenfalls der hohe Preis, sowie der Missstand, dass derselbe mit Eisenbestandtheilen im Holz sich zersetzt, entgegen. Letzteres aber influirt nicht blos auf Schienennägel und dergleichen, sondern vor Allem auf die Erhaltung selbst, da der entstehende Eisenvitriol kaum schützt.[26]) In beiden Beziehungen ist die Concurrenz des Zinkchlorids bedeutsam, und es scheint in der That kein Hinderniss vorzuliegen, unsere Methode auch mit diesem Stoff durchzuführen. Manche Theile des Apparates liessen sich noch vortheilhafter (aus Eisen) construiren. Hat doch Boucherie selbst mancherlei andere Substanzen, als holzessigsaure Salze, Glaubersalz, u. a. versucht, von welchen nicht ungünstige Resultate bezüglich der Durchdringung entsprangen, aber wegen der Kosten und des geringen conservirenden Erfolges wieder abgegangen wurde.

Das System Boucherie erreicht zweifellos bei mehreren Holzarten und geeigneten Stücken derselben eine genügend vollständige Imprägnirung. Es besitzt vor dem einfachen Tränken in dieser Beziehung einen bedeutenden Vorzug und vor dem allerdings kräftigeren Hochdruckverfahren den, dass die Vorrichtungen einfach und leicht versetzbar sind. Wegen des geringen Anlagecapitals kann es daher schon bei kleinen Quantitäten, z. B. an einzelnen Brückenbauten, an verschiedenen Plätzen im Walde, benutzt werden. Auch dürfte die Handhabung und Reparatur

---

Menge des Vitriols kleiner, aber seinen Preis nach gegenwärtiger Höhe, endlich den Arbeitslohn wegen des Filtergeschäftes und wegen des allgemeinen Steigens der Arbeitslöhne grösser. — Gegenwärtig berechnet man nach mehrfachen Erhebungen die Kosten der Präparation einer Buchenschwelle in Frankreich zu 0,9 frcs., wobei Anlagekosten und Unternehmergewinn inbegriffen sind.

[25]) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1862, p. 341.

[26]) Brame hat beobachtet, dass mit Kupfervitriol imprägnirte Schwellen an den Nagellöchern zuerst verdarben und nach wenigen Jahren ausgewechselt werden mussten (Annales des p. et ch. 1860, 2 sem. p. 65). Anderwärts soll auch metallisches Kupfer in Schwellen gefunden sein, und Dalpiaz ist sogar der Meinung, dass Kupfervitriol das Holz zwar für einige Jahre gut conservire, dann aber zu einer beschleunigten Zerstörung beitrage, weil Schwefelsäure und Kupfer sich trenne und erstere die Holzfaser angreife (Moniteur industr. 1851, Nr. 1518). Der jüngere Boucherie selbst giebt zu, dass bei der Berührung mit Eisen aus nicht ganz ausgetrockneten Schwellen Kupfer sich abscheide, und schwefelsaures Eisenoxydul entstehe, welches die Holzfaser mindestens nicht wirksam conservirt, vielleicht sogar durch abermalige Zersetzung direct angreift (Comptes rendus. Oct. 1868). Nach neueren Untersuchungen (Comptes rendus 1874) ist auch der Einfluss der Bettung erheblich, wenn kohlensaurer Kalk oder eisenhaltige Steine in derselben enthalten sind. Hierdurch wird das Kupfer verdrängt, zuerst aus der chemischen Verbindung mit den Holzbestandtheilen, sodann auch mechanisch, besonders mittelst Auflösnng in kohlesäurehaltigem Wasser, fortgeführt. Es wird daher empfohlen, kalk- und eisenhaltige Bettung zu vermeiden, und für rasche Abtrocknung im Gleise zu sorgen. Wie schwer ist das aber durchzuführen! —

der Apparate nirgends besonderen Schwierigkeiten unterliegen. Dagegen besteht der Hauptnachtheil des Systems darin, dass man nur rundes Holz imprägniren kann und beim späteren Beschlagen grade die Splinttheile, welche am meisten antiseptischen Stoff eingesogen hatten, in die Spähne verliert. Um diesen Nachtheil zu verringern, müsste man Stämme von recht grossem Durchmesser wählen und dieselben nachher durch Zersägen in eine Anzahl rechteckig profilirter Schwellen, Bretter, Latten u. s. f. theilen, also überhaupt den runden Querschnitt möglichst ausnutzen, was allerdings schon die gewöhnliche Oekonomie auch an unpräparirtem Holz verlangt. Der genannte Verlust verschwindet ganz bei Rundholz (Telegraphenstangen, Einfriedigungshölzer, Brückenbalken mit nothdürftiger Abflachung), sowie bei halbrunden Bahnschwellen. Unter Berücksichtigung dieser geometrischen Formen, unter Beschränkung auf Buchen- und Kiefernholz und endlich bei Gebrauch eines passenden Stoffes dürfte dem Boucherie'schen Verfahren noch eine gute Zukunft bevorstehen.

§ 7. System Burnett.[27]) — Eine bedeutende Erfindung zum Imprägniren von Holz wurde durch den Franzosen Bréant 1831 gemacht und demselben 1838 patentirt. Er brachte die Hölzer in ein verschlossenes Gefäss, entzog mittelst einer Luftpumpe die Luft aus den Holzzellen, füllte sodann das Gefäss mit der antiseptischen Flüssigkeit und setzte unmittelbar nachher diese einem starken Luftdruck bis zu 10 Atmosphären aus, wodurch sie mit grosser Energie in das von ihr umgebene Holz eindrang. Man nannte dieses Verfahren das pneumatische, selbst dann noch, als in England das Einpressen nicht durch Luftdruck, sondern — einfacher — durch Pumpen, also durch hydrostatischen Druck, vorgenommen wurde. In dieser Form fand es zunächst in England, nach Abschaffung des Kyanisirens, wegen der grossen praktischen Vortheile und guten Erfolge starke Anwendung und zwar auf mancherlei antiseptische Stoffe.

Auch Burnett, welchem schon 1838 das einfache Tränken von Holz in einer Lösung von Zinkchlorid patentirt worden war, ging alsbald zum Hochdruck über und fand nun mit dieser vollkommenen Durchdringung verdienten Erfolg. Auf dem Continent wurde Burnett's System, soviel bekannt, zuerst 1846 an den Telegraphenstangen zwischen Bremen und Bremerhafen, sodann 1847 an den Schwellen der Eisenbahn zwischen Hannover und Bremen benutzt. Da diese Versuche vollkommen gelangen, so hat die Hannoversche Eisenbahn-Verwaltung das System seit 1850 für sämmtliches Holz beim Bau und bei der Unterhaltung ihrer Linien adoptirt. In den nächsten Jahren ahmten andere norddeutsche Bahnen diesen Vorgang nach und gegenwärtig wird das pneumatische Verfahren allgemein als der effectvollste, vielfach auch als der pecuniär lohnendste Weg zum Imprägniren angesehen. Die folgende Beschreibung entspricht wesentlich den hannoverschen Einrichtungen, welche nach 25jährigen Erfahrungen wohl unter allen als normal angesehen werden dürfen.

---

27) Quellen, namentlich mit Abbildungen:

Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins v. Hannover 1855, p. 237 und Tafel 15. Apparat der Hannov. Bahnen.

Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 256, Bl. 32 und 33. Apparat der Westphälischen Eisenbahn.

Mittheilungen des sächs. Ingenieur-Vereins, 3. Heft: Preisschrift von Buresch, 1860. Apparat auf dem Bahnhofe zu Braunschweig.

Zinkchlorid wird von chemischen Fabriken, in welchen Salzsäure als Nebenproduct abfällt, bezogen. Die Flüssigkeit (Salzsäure, in welcher Zink »aufgelöst« ist) wird in umflochtenen gläsernen Ballons verschickt. Gewöhnliche Beimengungen bilden: freie Salzsäure, Eisenchlorür und Wasser, von welchen die erste schädlich für das Holz, die zweite gleichgültig, das dritte natürlich nur kostspielig ist. Auch sonstige unlösliche Unreinigkeiten kommen vor. Der Preis richtet sich nach dem Grade der Raffinirung, welcher ausgedrückt wird gemäss dem Procentgehalt der Flüssigkeit an metallischem Zink. Es ist aber ganz überflüssig, darin viel zu verlangen, weil der Stoff ja doch noch verdünnt und gleich beim erstmaligen Gebrauch durch Holzsaft stark verunreinigt wird. Der passendste Gehalt von metallischem Zink dürfte 25% sein: das specifische Gewicht des »concentrirten Zinkchlorids« beträgt dann etwa 1,6 und der Preis durchschnittlich 9 Mark per Ctr.[28]) — Bei starkem Bedarf empfiehlt es sich, die sehr einfache Bereitung des Zinkchlorids auf den Präparir-anstalten selbst vorzunehmen. In runder Zahl wird 1 Gewichtstheil Zink zu 3 Theilen Salzsäure gebracht, in Gefässen von Steingut oder Blei, und so lange Zink zugesetzt, bis die Flüssigkeit nicht mehr (an Lakmuspapier) sauer reagirt, der Vorsicht wegen mit etwas Ueberschuss von Zink. Da der Preis von rohem gegossenem Zink per Ctr. 18 Mark, von roher Salzsäure 6 Mark beträgt und beide Grundstoffe nicht einmal Reinheit, also auch nicht jene Preise bedürfen, so ergiebt sich gewöhnlich ein Vortheil für die Selbstfabrikation des Zinkchlorids. Die Salzsäure kann ohne vorgängige Concentration, wasserhaltig wie sie gewonnen wird, benutzt werden, vorausgesetzt, dass die Transportkosten durch das mehr zu transportirende Wasser nicht um einen grösseren Betrag vermehrt werden, als die rohe Säure billiger ist. Als Zinkantheil benutze man Rohstäbe oder Abfälle von metallischem Zink, oder Zinkoxyd, Zinkblende, Ofengalmei, welche als Nebenproducte in Zinkhütten wohlfeil zu haben sind. Selbstverständlich dürfen schädliche lösliche Zusätze in diesen Stoffen nicht vorkommen, geringe erdige Beimengungen können abfiltrirt werden.

Die Mischung von Wasser und Zinkchlorid erfolgt nach Raummaass mittelst kalibrirter Gefässe. Burnett schrieb zuerst vor, 1 Raumtheil Salzflüssigkeit auf 59 Theile Wasser zu nehmen. Später ging man auf stärkeren Gehalt aus, so in Hannover und Braunschweig 1 : 25 bis 1 : 30, an der Westphälischen Eisenbahn 1 : 24, an der Köln-Mindener Bahn sogar 1 : 14,[29]) in der Meinung, dadurch mehr Stoff in das Holz zu bringen. Diese Absicht ist nur bis zu einem gewissen Grade erreicht, da eine salzhaltige Flüssigkeit weniger leicht durch die Zellen dringt, als eine wässerige. Auch scheint der höhere Aufwand nicht von einem entsprechend besseren Erfolge begleitet zu werden, im Gegentheil Angriffe auf die Holzfaser, Einfaulen der Nägel und dergleichen unter Umständen herbeizuführen.[30]) Gegenwärtig ist man im Allgemeinen wieder auf dünnere Lösung zurückgegangen und schreibt z. B. vor in Hannover 1 : 60, in Braunschweig 1 : 50,[31]) in Mecklenburg 1 : 40.[32])

---

28) Bei der mecklenburgischen Friedrich-Franz-Bahn wurde Zinkchlorid von 44,5% Zinkgehalt verwendet, dafür aber auch der hohe Preis von 18 Mark frei Hafenplatz Malchin bezahlt (Organ 1867, p. 18). Die Zahl 44,5 muss übrigens bezweifelt werden, weil 32% den zufolge der chemischen Aequivalente grösstmöglichen Gehalt an Zink darstellen.

29) Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 260. Hier wird das specifische Gewicht der Lauge zu 1,04, dasjenige des Zinkchorids zu 1,6 (25% Metallgehalt) angegeben, woraus obiges Verhältniss berechnet ist.

30) Ueber diése noch wenig aufgeklärten Erscheinungen s. Buresch a. a. O. p. 80—88.

31) Organ 1866, I. Supplementband p. 38.

32) Organ 1867, p. 19.

Zum Mischen und Aufbewahren dienen grosse Cisternen aus Holz, besser aus Eisen, auch wohl Holzkasten mit Blechfutter. Bei mehrmaliger Benutzung und Ergänzung der Lauge auf einen bestimmten Gehalt kann freilich die Mischung nicht mehr nach Raummaass, sondern nur nach ihrem specifischen Gewicht (mit dem Aräometer) geprüft werden. Hierbei ist noch genaue Beobachtung der Temperatur erforderlich, weil die Lösung von Zinkchlorid in Wasser bei geringen Temperaturunterschieden bereits stark verschiedene specifische Gewichte zeigt. Aus der Unzuverlässigkeit derartiger Messungen erklären sich auch wohl zum Theil die grossen Unterschiede in den veröffentlichten Durchschnittszahlen des aufgenommenen antiseptischen Stoffes.

Das Imprägnirgefäss des Systems Burnett ist ein Kessel (Fig. 11), cylindrisch mit halbkugelförmigen Enden, Die Länge des cylindrischen Theils beträgt gewöhnlich 4 Schwellenlängen ($9^m,6-10^m$) und der Durchmesser $1^m,8$. Zweckmässig wären beide Dimensionen zu vermehren, um weniger unbenutzten Raum zu haben und gelegentlich ganz lange Hölzer behandeln zu können, etwa 6 Schwellenlängen 15^m und 2^m. Die Construction aus 10^{mm} starkem Blech ist die gewöhnliche eines Dampfkessels. Nur ist der vordere halbkugelförmige Kopf zum Abnehmen eingerichtet und kann mit Hülfe einer Rollvorrichtung seitwärts geschoben werden, um den Kessel zu öffnen. Die Verbindung beider Theile wird durch starke Flantschen, einen zwischengelegten Reif aus gefettetem Hanf und Schraubenbolzen bewerkstelligt. Da letztere viel gebraucht und auf Festigkeit stark beansprucht sind, so bestehen sie oft aus Stahl, haben 40^{mm} Durchmesser und sind in Abständen von nur 100^{mm} angeordnet. Im Kessel befindet sich ein Schienengleis mit enger Spur, der Schluss von Gleisen, welche den Holzlagerplatz durchziehen. Die betreffenden Transportwagen schliessen sich der Kesselform möglichst genau an und bestehen ausser ihren vier Rädern (Fig. 12) hauptsächlich aus zwei grossen eisernen Bügeln, deren oberer Theil durch Charniere beweglich ist, um das Laden zu erleichtern. Die Wagen bleiben während des Präparirens im Kessel; so viele in letzterem hinter einander Platz haben (also gewöhnlich 4) bilden einen Satz. Ein Wagen nimmt, je nachdem die Hölzer stark, grade u. s. w. sind, 30—40 Eisenbahnquerschwellen auf. Weichenschwellen ragen etwa in die Kugelhauben hinein, und Lagerhölzer werden auf zwei Wagen geladen. Zu einer Imprägniranstalt mit wohlgeordnetem Betrieb gehören mindestens zwei Kessel und drei Wagensätze, damit jederzeit ein Kessel gefüllt, der zweite im Auswechseln der Hölzer begriffen und der dritte Wagensatz auf dem Lagerplatz vorbereitet wird. — Jeder Kessel ist mit Sicherheitsventil, Wasserstandglas, Lufthahn, Manometer und allen den Röhren versehen, welche die Verbindung der Kessel unter sich, sowie mit Dampfkessel, Luftpumpen, Druckpumpen und Cisternen versehen. Für die angegebene Zahl und Grösse der Präparirkessel bedient man sich gewöhnlich eines für 10 Pferdekräfte eingerichteten Dampfkessels (namentlich wenn die Hölzer gedämpft werden sollen) und einer Dampfmaschine von 4 Pferdekräften. Letztere wirkt mittelst Ausrückvorrichtungen nach Belieben auf eine Luftpumpe (gewöhnlich mit zwei Cylindern unter Wasserliederung), auf eine Wasserpumpe (zum Herbeischaffen des Wassers für die Laugemischung, sowie zur Kesselspeisung), auf eine kleine Druckpumpe (mit Saugrohr aus der Cisterne und Druckrohr in den Präparirkessel), endlich auch öfters auf den Apparat zum Schwelleneinschneiden und auf eine Holzsäge. Alle diese Gegenstände werden in einem Gebäude untergebracht. Die Anlagekosten einer Imprägniranstalt von der beschriebenen Ausdehnung sind an einigen Orten auf über 60000 Mark zu stehen gekommen. Beschränkt man indessen die Construction auf

das Nothwendigste, z. B. Cisternen aus Holz. Gebäude von provisorischem Charakter, und sind die Eisenpreise grade niedrig, so hat auch die Hälfte jener Summe schon ausgereicht.[33])

Alles Holz wird vor der Präparation fertig bearbeitet. Nachdem es in den Kessel gebracht und dieser verschlossen worden, wird unter Abstellung aller sonstigen Röhren der inzwischen im Dampfkessel erzeugte Dampf eingeleitet. Nach dem Anlassen des Dampfes muss wiederholt der oben auf dem Kessel befindliche Lufthahn geöffnet werden, bis die im Kessel enthaltene Luft entwichen ist, sowie ein Ablasshahn unten, um den aus dem Holz getriebenen Saft herauszunehmen. Bei der Grösse des Raums, in welchen der Dampf strömt, muss seine Spannung daselbst gegen diejenige des Dampfkessels bedeutend abnehmen, sie steigt allmählich wieder, wird aber nur so weit fortgesetzt, bis die Hölzer etwa die Siedehitze erreicht haben. Wann dieser Zeitpunkt erreicht ist, kann aus Proben (Einschluss von Rose'schem Metall in Holz von verschiedenen Dimensionen) erkannt und fernerhin am Manometer abgelesen werden. In Gefässen von oben angegebener Grösse dauert das Dämpfen gewöhnlich 3 Stunden, die Dampfspannung beträgt schliesslich wenig mehr als 1 Atmosphäre

---

[33]) Das pneumatische Verfahren hat erst vor Kurzem in Frankreich Eingang gefunden, und zwar an dem Netz der Midi-Bahn. Mehrere stabile Imprägniranstalten sind von englischen Unternehmern daselbst angelegt — aber auch transportable, um an Transportkosten des Holzes zu sparen. Erwägt man die Arbeit, welche es erfordert, zuerst aus allen Wäldern Schwellen auf einen Punkt zusammen zu bringen und nachher von demselben auf eine im Bau oder Betrieb befindliche lange Strecke zu vertheilen, so leuchtet die Richtigkeit des Grundsatzes ein, das kleinere Gewicht (die Präparirkessel) statt des grösseren (der Schwellen) in Bewegung zu setzen. Allerdings erfordert dies schon eine bestehende Eisenbahn, da man die Apparate schwerlich auf Landstrassen genügend beweglich machen kann, aber für die Unterhaltung von Bahnen und für den Anschluss kleiner Zweigbahnen an eine Hauptlinie (eine Aufgabe, welche jetzt so oft vorkommt), lohnt sich ein transportabler Apparat sicher in vielen Fällen. Nach dem Bericht in Förster's Bauzeitung 1864, p. 330 und Bl. 679 besteht derselbe aus zwei gewöhnlichen offenen Güterwagen, von denen jeder die Hälfte eines Präparirkessels trägt, welche durch Schraubenflantschen vereinigt werden können. Der eine Wagen enthält überdies einen Krahn zum Abschwenken der vorderen Kesselhaube, der andere die Dampfmaschine mit Dampfkessel und Pumpen. Als Cisterne für die Lauge dienen Kasten, welche zwischen den Rädern an die Wagenböden gehängt sind und unter sich mittelst biegsamer Röhren zusammenhängen. Dieser Imprägnirtrain kann mit jedem Güterzuge fortgeschafft und überall gebraucht werden, wo es Wasser neben der Bahn giebt. Umständlich scheint nur das Beschicken und Entleeren des Präparirkessels zu fallen, indem die Schwellen in etwa 2m Höhe über dem Terrain einzeln (allerdings an drei offenen Querschnitten gleichzeitig) ein- und ausgebracht werden müssen. Die Benutzung eines erhöhten Verladeplatzes würde dies wohl erleichtern, aber doch noch nicht so bequem machen, wie der Gebrauch oben beschriebener Schwellenwagen.

Einfacher noch ist ein von Fragneau construirter Apparat (Fig. 13 und 14). Das Präparirgefäss besteht aus zwei Hälften, jeder von einer Schwellenlänge und auf vier Rollen laufend. Sie bestehen hier aus Gusseisen und sind deshalb wieder jede aus zwei Trommeln und einem Deckel zusammengesetzt. In Blechconstruction würde diese Theilung, welche übrigens niemals gelöst wird, wegfallen. Nur in der Mitte lässt sich der Kessel leicht theilen, jede Hälfte sehr leicht laden, dann wieder zusammenschieben und der Apparat ist zum Imprägniren fertig. Natürlich würde man noch weitere Theile einschalten können, um Kessel von drei oder vier Schwellenlängen zu bilden. Diese Kesseltheile dienen demnach unmittelbar als Schwellenwagen und machen den in den deutschen Anstalten durch letztere eingenommenen Kesselraum nutzbar. In der That gebraucht Fragneau sie auch in dieser Weise, da bei ihm Cisterne, Pumpen u. s. w in der Mitte eines grossen Lagerplatzes stabil sind. Doch wäre es ein Leichtes, diesen ganzen Apparat ebenfalls beweglich zu machen und damit die in Frage stehende Aufgabe bestens zu lösen.

(gegen 4 im Dampfkessel), die Temperatur des gegen das Ende abgelassenen Holzsaftes 80—90° C. Der Dampf wird nun abgestellt und so lange durch den Ablasshahn ausgeblasen, bis der Rest, eine Mischung von Wasserdampf und Luft aus den Holzzellen, auf gewöhnliche atmosphärische Spannung hinuntergegangen. Hierauf — oder manchmal noch etwas früher — wird die Luftpumpe in Arbeit gesetzt und der Kessel evacuirt. Der Zweck dieser Operation besteht darin, Luft, Wasserdampf und Saft soweit möglich aus dem Holz zu extrahiren und es dadurch recht geneigt zur Aufnahme der antiseptischen Flüssigkeit zu machen. Man will zuweilen der absoluten Luftleere ziemlich nahe gekommen sein[34]), doch dürfte ein geringerer Grad als genügend anzusehen sein, da die Aufnahmefähigkeit des Holzes bei weiterer Arbeit der Luftpumpe nicht erheblich gesteigert wird. In Hannover wird gewöhnlich $^1/_3$ Atmosphäre erreicht und zwar innerhalb $^1/_2$ Stunde. Aber mit dieser erstmaligen Arbeit ist nur der Kesselraum und noch lange nicht das Innere des Holzes entleert; Beweis dafür, dass das Manometer rasch steigt, wenn jetzt die Luftpumpe abgestellt würde. Die Luft aus den Holzzellen ergiesst sich nämlich in den umgebenden leeren Raum wegen der durch das Holz gebotenen Reibungswiderstände nur allmählich und ist noch keineswegs beseitigt. Man lässt daher die Luftpumpe, wenn auch langsamer, weiter arbeiten, bis bei wiederholtem Versuch, sie abzustellen, das Manometer nicht mehr in auffallender Weise schwankt, ein Zeichen, dass die Luft innerhalb und ausserhalb des Holzes ins Gleichgewicht, d. h. auf ein gleiches Vacuum gebracht worden ist. Jetzt ist der Zweck — soweit überhaupt möglich — erreicht; denn eine fernere Luftbewegung aus den Zellen würde auch bei länger andauerndem Vacuum nicht bewerkstelligt, demnach auch kein weiterer Antrieb zum Ausfliessen von condensirtem Wasserdampf und Saft gegeben. Eine gewisse nicht unerhebliche Quantität dieser Flüssigkeiten bleibt nothwendig im Holz zurück, weil ihre Extraction schwieriger, somit langsamer von Statten geht, als diejenige der Luft. Die ganze Arbeit der Luftpumpe dauert durchschnittlich 1 Stunde. Im Einzelnen hängt sie natürlich ab von der Geschwindigkeit, mit welcher man die Pumpen arbeiten lässt und von dem Zustande des Holzes; daher die Angaben über die Zeitdauer dieser Operation und die Vorschriften in den Imprägniranstalten immerhin ziemlich stark von einander abweichen.[35])

Unter stetem Fortgang der Luftpumpen öffnet man nun das Verbindungsrohr zwischen Kessel und Cisterne und macht die Lauge aus der letzteren in den leeren Raum aufsteigen. Das Steigen der Flüssigkeit im Kessel lässt sich am Wasserstandsglas und selbst mit der aufgelegten Hand leicht verfolgen, indem derselbe alsbald erkaltet, wie die kalte Flüssigkeit seine Wand berührt. Sobald der Kessel ganz oder nahezu gefüllt ist, wird endlich das Luftpumpen eingestellt und ein etwaiger geringer Rest von Luft im Präparirkessel dadurch vollends entfernt, dass man im Anfang der Druckarbeit den Lufthahn öffnet, bis die Lauge ihm zu entströmen beginnt. Die Druckpumpe lässt man nun — unter Abschluss aller sonstigen Ausgänge des Kessels — so lange fortarbeiten, d. h. Lauge aus der Cisterne in den Kessel pressen, bis das Manometer am letzteren den vorgeschriebenen Druck anzeigt. Als solcher wird gegenwärtig fast überall (Hannover, Braunschweig, Köln-Minden, Mecklenburg u. a. m.) 8 Atmosphären angenommen. Nachdem derselbe einmal erreicht ist, arbeitet die Pumpe nur noch in gewissen Pausen, z. B. jede halbe Stunde, so viel, um ihn wieder zu erzeugen, wenn er in der Zwischenzeit nachgelassen haben sollte. Die Abnahme

---

[34]) $^1/_6$, $^1/_{10}$, $^1/_{14}$ Atmosphäre wurden von verschiedenen Anstalten veröffentlicht.

[35]) Von 10 Minuten bis $2^1/_2$ Stunden.

der Spannung erfolgt, selbst bei vollkommener Dichtigkeit des Kessels, nothwendig in dem Maasse, wie die Lauge in das Holz dringt, also sich auf ein grösseres Volumen ausbreitet. Je länger die Spannung andauert, desto mehr Lauge nehmen die Hölzer auf, jedoch in abnehmender Proportion.[36] Wo die praktisch zweckmässige Grenze liegt zwischen dem Aufwand an Kosten und Zeit für die Pumparbeit und dem besseren Erfolg, darüber gehen die Meinungen noch weit auseinander. nämlich von 1 bis 6 Stunden Dauer der Imprägnirung. Natürlich ist auch hier wieder die Gattung und Beschaffenheit des Holzes von wesentlichem Einfluss. — Endlich folgt Abstellen der Druckpumpen, Ablassen der Flüssigkeit[37]), Abnehmen des Kopfes, Ausfahren der Hölzer und Reinigen des Kessels. Sofort kann auch die frische Beschickung durch bereit stehende Schwellenwagen erfolgen und die Operation von Neuem beginnen. Die gesammte Dauer aller Vorgänge im Kessel mit einer Holzladung, incl. Ein- und Ausfahren, beträgt gewöhnlich zwischen 8 und 10 Stunden. Man kann also pro Tag zwei Ladungen behandeln, ohne eigentliche Nachtarbeit zu Hülfe zu nehmen, da die Eintheilung leicht so getroffen werden kann, dass auf die Nacht diejenige Zeit fällt, während welcher der Kessel unter Spannung steht und nur in Zwischenräumen ein Maschinenwärter die Druckpumpen in Thätigkeit setzt.

Was den Erfolg des pneumatischen Verfahrens anbelangt, so muss hier zunächst die merkwürdige Thatsache erwähnt werden, dass die Gleichförmigkeit der Durchdringung nicht im graden Verhältnisse zu der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit steht. Aus den schon citirten Wiener Versuchen geht hervor, dass beide Umstände von der Beschaffenheit des Holzes abhängen, aber dass verschiedene Reihenfolgen der Hölzer entstehen, je nachdem man sie nach der absoluten Gewichtszunahme oder nach der gleichförmigen Vertheilung dieses Gewichtes im Holzvolumen ordnet. Nach der Gewichtszunahme stellt sich am ungünstigsten frischgefälltes, dann lufttrocknes, am günstigsten gedörrtes Holz heraus. Am gleichförmigsten durchdrungen wird aber das frischgefällte, weniger das gedörrte, und den grössten Unterschied zwischen Aussen und Innen zeigt lufttrockenes Holz. Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, dass frischgefälltes Holz zwar weniger Flüssigkeit aufnimmt, weil es bereits davon enthält, aber eben weil es überall Widerstände darbietet, die Unterschiede in der Porosität der Jahrringe weniger auffallend influiren. Deshalb wird man indessen keineswegs sich veranlasst fühlen, stets frisches Holz zu präpariren; denn es kommt offenbar mehr darauf an, die Oberfläche des Holzes, welche zuerst der Fäulniss unterliegt, recht kräftig zu schützen, als eine weit geringere Menge des Schutzmittels gleichförmig in dem ganzen Volumen zu vertheilen. Auch wird im Allgemeinen der Kern einer Schwelle nach Burnett'schem System niemals gradezu in rohem Zustande verbleiben, sondern ebenfalls eine, wenn auch geringe Imprägnation erfahren, wie durch zahlreiche chemische Untersuchungen[38] genügend festgestellt worden ist.

---

36) Ausser zahlreichen, sonstigen Beobachtungen, welche diesen Satz bestätigen, mögen hier die Resultate aufgeführt werden, welche man in Wien 1852 angestellt hat. Fichtenholz seit 2 Jahren gefällt und lufttrocken vermehrte sein Gewicht unter einem Druck von 7 Atmosphären, bei einer Dauer desselben

von 17, 25, 40 Minuten
um 76, 80, 86 Procent. (Heusinger's Organ 1853, p. 175.)

37) Direct in den Nachbarkessel, falls derselbe grade recht vorbereitet ist, oder gewöhnlich zuvor auf ein Filter, einen mit Kies gefüllten Kasten, um alle Unreinigkeiten abzuscheiden, und in die Cisterne.

38) Notizblatt des Arch.- und Ing.-Vereins von Hannover, Bd. III, p. 559.

Der Einfluss der Holzgattungen auf die Menge der recipirten Lauge — bei übrigens gleicher Behandlung — ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung. Auf concentrirtes Zinkchlorid reducirt, betrug die Aufnahme einer Schwelle

	Hannoversche Bahnen.	Köln-Mindener Bahn.
von Eichenholz	0,4 Kil.	1,4 Kil.
- Buchenholz	1,9 -	3,3 -
- Kiefernholz	0,9 -	5,2 - [39]

Aus diesen höchst abweichenden Proportionen kann man nun freilich keinen andern Schluss ziehen, als dass ausser dem Namen auch Standort, Alter, Fällzeit des Baums u. s. w. von dem entscheidendsten Einfluss auf den Erfolg der Imprägnatur sein müssen. So kann es nicht Wunder nehmen, dass die Durchschnittsresultate der Bahnverwaltungen über die Kosten der Burnett'schen Methode ebenfalls stark von einander abweichen. Die eben aufgezählten Umstände erscheinen nirgends berücksichtigt und können es auch wohl schwerlich in einem mit bedeutenden Holzmassen operirenden Geschäft. Ein Element indessen, von welchem die fraglichen Zahlenangaben ebenfalls noch abhängig sind, soll im Folgenden eliminirt werden, nämlich das Cubikmaass der Schwellen. Da die letzteren zwischen $3^1/_2$ und 4 cub. Fuss und zwischen den verschiedenen Landesmaassen schwanken, so muss offenbar eine Einheit zu Grunde gelegt werden, auf welche sämmtliche Beobachtungen zu reduciren sind. Ebenso können und müssen die Kosten für Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitals bei dieser Untersuchung ausgeschieden werden, weil der Betrag derselben per Schwelle höchst verschieden ausfällt und den Vergleich der Methode stören würde. Auch soll nur eine Holzgattung, diejenige über welche die meisten Erfahrungen vorliegen, berücksichtigt werden, da man die Rechnung für alle anderen nach Analogie obiger kleinen Tabelle leicht machen kann. Unsere Einheit bilde also: 1 Cubikmeter Kiefernholz in Schwellenform. Hierfür ergeben sich folgende Zahlen[40]:

	Hannover.	Westphalen.	Mecklenburg.	Köln-Minden.
Cubikinhalt einer Schwelle	$3^1/_2$ c' h.	4 c' rh.	$3^1/_3$ c' rh.	4 c' rh.
Preis des Zinkchlorids per Ctr.	8,5 M.	9,5 M.	18 M.	9 M.
1. per Schwelle.				
Aufnahme von Zinkchlorid	0,92 Kil.	1,15 Kil.	0,75 Kil.	5,2 Kil.
Preis desselben	0,16 M.	0,22 M.	0,27 M.	0,93 M.
Sonstige Kosten	0,14 -	0,11 -	0,12 -	0,13 -
Gesammtkosten des Verfahrens	0,3 -	0,33 -	0,39 -	2,06 -
2. per Cubikmeter.				
Aufnahme von Zinkchlorid	10,6 Kil.	13,5 Kil.	7,3 Kil.	41,4 Kil.
Preis desselben	1,80 M.	1,77 M.	2,64 M.	7,14 M.
Sonstige Kosten	1,61 -	0,88 -	1,12 -	1,04 -
Gesammtkosten des Verfahrens	3,41 -	2,64 -	3,76 -	8,48 -

39) Diese neuesten Angaben über die Hannoverschen Bahnen finden sich in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband, p. 38. Früher veröffentlichte Zahlen weichen bedeutend hiervon ab. Die Resultate der Köln-Mindener Bahn sind entnommen aus der Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 260. Die Differenz zwischen beiden Bahnen ist zum Theil dem verschiedenen Gehalt der Lauge zuzuschreiben.

40) Entnommen für die Hannoversche Bahn aus Organ 1866, I. Supplementband, p. 38; für die Köln-Mindener Bahn ebendaselbst, verglichen mit Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 260. Für die Westphälische Eisenbahn diente die letztgenannte Quelle, und für die mecklenburgische Fried-Franz-Bahn Heusinger's Organ 1867, p. 18. Bei letzterer findet sich eine unbedeutende Quan-

Chlorzink besitzt eine hohe antiseptische Kraft, ist billig zu beziehen resp. zu bereiten, und gestattet eiserne, also verhältnissmässig billige Apparate. Auch bietet es gegen Kupfervitriol den weiteren Vortheil dar, dass das Holz seine Farbe nicht verändert und Anstriche gut annimmt. Weiteres Bearbeiten und Leimen sollen gut von Statten gehen. Von allen antiseptischen Metallsalzen besitzt Chlorzink auch die grösste Verwandtschaft zur Pflanzenfaser und die stärkste hygroskopische Tendenz. Beide Eigenschaften wirken in Eisenbahnschwellen zusammen, um den Stoff bestens festzuhalten; denn wenn das Holz stets etwas feucht bleibt (ohne natürlich Gährungspilze damit zu nähren), so vermag auch der Witterungswechsel nicht stark einzudringen. Kupfervitriol dagegen gestattet, dass die Schwellen einmal stark austrocknen und durch den nächsten Platzregen heftig afficirt, d. h. ausgewaschen werden, so dass man grade an der Oberfläche ein rasches Verschwinden des schützenden Stoffes bemerkt haben will.[41]) Ob dem durch Bedeckung der Schwellen mit Kies zweckmässig abgeholfen werden kann, steht dahin. — Man hat dem System Burnett den Vorwurf gemacht, dass die Festigkeit des Holzes Noth leide. In Hannover angestellte Versuche[42]) haben in der That ergeben, dass die Bruchgrenze von conservirtem Holz um $^1/_4$ bis $^1/_{10}$, die Elasticitätsgrenze um etwa $^1/_8$ herabgerückt sei. Innerhalb der üblichen Sicherheitsgrenzen bei Holzconstructionen wäre ein solcher Unterschied immerhin geringfügig. Aber die Ursache wird höchst wahrscheinlich nicht das Imprägniren mit Zinkchlorid, sondern das vorhergegangene Dämpfen sein, so dass bei Weglassung des letzteren auch die schädliche Wirkung verschwindet. Es frägt sich daher, ob das Dämpfen von wesentlichem Nutzen bezüglich der Menge des aufgenommenen Zinkchlorids ist. Da hierüber die Meinungen getheilt sind, so ist vorläufig zu vermuthen, dass ein erheblicher Einfluss eben nicht stattfindet: sonst würde er sich wohl deutlich und unbestritten kund gegeben haben.

Für das Dämpfen lassen sich die mehrerwähnten Wiener Versuche anführen, welche die Gewichtszunahme von imprägnirtem Fichtenholz in Procenten wie folgt ergeben haben:

Holz	frischgefällt	lufttrocken	gedörrt	mittel
ohne Dämpfen	12	29	50	30
mit Dämpfen	16	41	55	37

Im Allgemeinen lässt sich aber diesen Versuchen vorwerfen, dass sie, wenn auch äusserst sorgfältig, doch mit zu geringen Holzmengen angestellt worden sind, um zufällige Störungen zu eliminiren. Ferner handelt es sich hier nicht um die Gewichtsvermehrung im Ganzen, sondern um diejenige an Zinkchlorid. Es ist sehr wahrscheinlich, dass gedämpftes Holz nur deshalb die stärkere Gewichtsvermehrung zeigt, weil es eben vor der antiseptischen Substanz schon Wasser empfangen, sonach die erstere einfach verdünnt hat. Aber selbst hiervon abgesehen, erscheint der fragliche Unterschied bei frischgefälltem und bei gedörrtem Holz äusserst gering, wie

tität Eichenholz beigemengt. Sonstige veröffentlichte Angaben, namentlich in den eben genannten Quellen, konnten wegen Unvollständigkeit hier nicht berücksichtigt werden. Das Kostenverhältniss der verschiedenen Holzgattungen kann aus folgenden, der hannoverschen Betriebsnachweisung von 1866 entnommenen Zahlen ersehen werden. Die Gesammtkosten pro Schwelle betrugen damals bei Eichenholz 2,37, Kiefernholz 3,25, Buchenholz 4,92 Gr.; sie werden auch 1874 noch in den Referaten für die 6. Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zu 2—3 Gr. pro Schwelle angegeben.

41) Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 257.

42) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1863, p. 324.

sich leicht daraus erklärt, dass in jenem der Eintritt des Dampfes überhaupt sehr schwierig ist, daher wenig zu Stande bringt, in diesem aber durch den Dampf nichts mehr zu leisten ist, weil die hohe Temperatur bereits auf anderem Wege applicirt wurde. Nur in lufttrockenem Holz scheint das Dämpfen einen erheblichen und günstigen Einfluss auf seine Aufnahmefähigkeit in der That auszuüben und es fragt sich nur, ob die betreffenden Kosten sich lohnen, oder vielleicht auf andere Weise, z. B. durch längeres Anhalten des Hochdruckes, doch noch wirksamer gemacht werden können.

Gegen das Dämpfen lässt sich — ausser den früher schon aufgezählten Nachtheilen — einwenden, dass eine Menge Wasser in Dampfform in das Holz gebracht und daselbst condensirt wird[43]), an dessen Stelle aber die Lauge entweder gar nicht, oder nur in beträchtlicher Verdünnung treten kann. Es wurde daher vorgeschlagen, an Stelle des Dämpfens das Dörren treten zu lassen. Hierdurch wird, wie aus der obigen kleinen Tabelle der Wiener Versuche hervorgeht, die Aufnahmefähigkeit des Holzes noch günstiger gestaltet (50 % bei gedörrtem ungedämpftem Holz, gegen 41 % bei lufttrockenem gedämpftem Holz), was sich auch leicht im Voraus vermuthen lässt, da Dörren die Holzzellen wirklich bis zu einem gewissen Grade leert, Dämpfen ihnen Wasser statt Saft zuführt. Der Vortheil, das Eiweiss zu coaguliren, wird in beiden Processen erreicht. Alle Nachtheile des Dämpfens für die Festigkeit des Holzes werden beim Dörren vermieden. In ökonomischer Beziehung wäre endlich zu Gunsten des letzteren noch anzuführen, dass von der abströmenden Hitze der Dampfkesselfeuerung in den Trockenräumen Nutzen gezogen werden kann, dass ein Process aus dem Kessel in einen anderen Raum verlegt, also Zeit gewonnen wird, dass die Luftleere schneller erreicht wird, weil es sich nur um lufthaltiges, nicht um wasserhaltiges Holz handelt. Alles zusammengenommen, scheint die Einführung von Dörren statt Dämpfen in dem System Burnett grosse Beachtung zu verdienen.

§ 8. System Bethell.[44]) — Von Alters her hat man empyreumatische und bituminöse Stoffe zum Conserviren organischer Gegenstände angewandt: das Einbalsamiren von Mumien, das Tränken von Handschriften, das Räuchern von Lebensmitteln, die Erhaltung von Holzconstructionen und Feldfrüchten in raucherfüllten Bauernhäusern, das Anstreichen von Holz mit Theer, der Gebrauch von Holzessig sind sämmtlich Methoden, in welchen Kreosot die eigentlich wirksame Rolle spielt. Dieser Stoff ist in Rauch, Holzessig, vegetabilischem und mineralischem Theer enthalten.

Auch zur Conservation von Eisenbahnschwellen hat man sich schon früh der-

---

[43]) Bei Versuchen in Hildesheim floss nur $^2/_5$ bis $^4/_5$ des als Dampf in den Kessel gebrachten Wassers mit dem Holzsaft wieder ab. Der Rest blieb also im Holz. Buresch p. 125. Ein wichtiger Beleg zum Nachtheil des Dämpfens möchte auch in der ungewöhnlich hohen Stoffaufnahme der Schwellen an der Köln-Mindener Bahn gefunden werden, wo man das Dämpfen ganz weggelassen, vielmehr das lufttrockene Holz sofort der Luftpumpe überlassen hat. Die stärkere Concentration der Lauge allein kann den Erklärungsgrund schwerlich abgeben.

[44]) Specialquellen sind:

Zeitschrift für Bauwesen 1861, p. 427: Die Conservirung des Holzes in England durch Imprägnirung mit kreosothaltigen Steinkohlentheerölen, von Vogt.

Ebenda 1863, p. 506: Ueber das Tränken der Schwellen, insbesondere mit Kreosotölen, von Mentz.

Heusinger's Organ 1866, p 121: Beschreibung des Verfahrens zum Tränken der Schwellen mit Kreosotölen auf der preuss. Ostbahn.

Annales des ponts et chaussées 1868, p. 387, und 1871, p. 293.

artiger Substanzen bedient. In England wurden Schwellen mit Gastheer bestrichen. Da derselbe jedoch später leicht abbröckelt, wandte man sich zu Holztheer aus Schweden oder Russland, erhielt aber natürlich ebenfalls nur oberflächliche Wirkung.

Das Tränken mit Holzessig oder mit Auflösungen holzessigsaurer Salze ist mehrfach versuchsweise ausgeführt, aber im Grossen nicht verfolgt, weil der geringe Gehalt an Kreosot ($1\frac{1}{2}$ bis 2 % im rohen Holzessig) und die schwierige und theure Beschaffung grosser Mengen hindernd im Wege standen.[45]) Auch ist das Räuchern und Ankohlen von Schwellen über einem eigens zu starker Rauchentwickelung construirten Ofen vorgeschlagen aber nicht gediehen, weil der Effect ohne Zweifel zu oberflächlich und ungleichförmig ausfiel. In mehreren englischen Patenten aus dem Anfang der 30er Jahre ist das Product der Destillation von Steinkohlentheer aufgenommen, welchem in flüssiger oder in Gasform die Hölzer ausgesetzt werden sollten. Zur Geltung gekommen ist jedoch erst das Patent von Bethell 1838 (erloschen 1858), welcher den neuen Stoff mit dem pneumatischen Verfahren in Verbindung brachte. Ausdrücklich wurde der Gehalt von Kreosot in Theeröl und anderen bituminösen Stoffen als das eigentlich wirksame Princip hingestellt. Nach dem Entleeren der Hölzer von Luft sollte sodann die antiseptische Flüssigkeit auf etwa 50° C. erwärmt, dadurch dünnflüssig gemacht und unter Hochdruck imprägnirt werden. Dieses sogenannte Kreosotiren verdrängte nun in England allmählich alle anderen Conservationsmethoden, ausgenommen das Burnett'sche Verfahren, und steht auch gegenwärtig in allgemeinster Anwendung an Eisenbahnen, Wasserbauten und Bergwerken.

Auf dem Continent sind namentlich in Belgien von 1838 an ausgedehnte sorgfältige Untersuchungen über das System Bethell angestellt worden. Es trat dort in Concurrenz mit dem Verfahren von Boucherie. Im Jahr 1860 aber wurde durch eine Ordre des Ministers der öffentlichen Arbeiten das Resultat verkündet, in Zukunft nur unpräparirte Schwellen von Eichenholz, oder kreosotirte von Buchen- oder Nadelholz zu verwenden. Seitdem sind wiederholt Untersuchungen aller imprägnirten Schwellen vorgenommen worden und die Bahnverwaltung betrachtet es als eine feststehende Thatsache, dass die nach Bethell's Verfahren imprägnirten Schwellen entschieden den Vorzug vor allen auf andere Art behandelten verdienen.[46]) In Holland verwendet man ebenfalls ausschliesslich Kreosot.

Auch in Deutschland fand Bethell's System seit einiger Zeit günstige Aufnahme. Insbesondere wurde dadurch auf mehreren norddeutschen Bahnen das Tränken mit allerlei Metallsalzen verdrängt. Die Köln-Mindener und die preussische Ostbahn haben seit 1849 und 1861 angefangen und seitdem in vergrössertem Maassstab fortgefahren, davon Gebrauch zu machen. Die Technikerversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen gelangte 1865 bei ihrer Prüfung aller Conservationsmethoden zu dem Beschluss[47]):

»In Beziehung auf die allseitige Uebereinstimmung günstiger Erfahrungen tritt das Imprägniren mit Kreosot

---

[45]) Hierher gehört auch die von Scheden in seiner »Anleitung zur Conservirung des Holzes« und neuerdings wieder von Rössler im polytechn. Notizblatt 1868 empfohlene sogenannte Holzbeize, holzessigsaures Zinkoxyd, welche eine weitere Verbreitung nicht gefunden zu haben scheint. Vergl. die ungünstigen Resultate, welche die österreichische Südbahn hiermit erzielt hat, in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband, p. 37, Anmerkung.

[46]) Heusinger's Organ 1867, p. 66.

[47]) Organ 1866, Supplementband, p. 43.

unter einem kräftigen Druck vor den übrigen Methoden in den Vordergrund. Dieses Verfahren ist jedoch von allen Imprägnirungsmethoden das kostspieligste (2 bis 3mal so theuer wie mit Zinkchlorid) und wird dadurch sein relativer Vorzug wiederum abgeschwächt.«

In reinem Zustande ist Kreosot[48]) eine farblose Flüssigkeit von ätzendem Geruch, schwerer als Wasser (1,037 specif. Gew.). Mit letzterem kann man es nur schwierig und in geringer Menge mischen, wohl aber vereinigt es sich leicht mit Oelen, Harzen, Fetten. Kreosot friert bei — 27° noch nicht, kocht bei 203° und verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur leicht. Der letztere Umstand macht reines Kreosot zur Holzconservation unbrauchbar, da es in kurzer Zeit, selbst wenn es bis in den Kern eingedrungen wäre, sich verflüchtigen und das Holz unbeschützt zurücklassen würde, sofern es nicht gewisse, bis jetzt wenig aufgeklärte, chemische Verbindungen mit den Extractivstoffen eingegangen wäre. Für die technische Anwendung bezeichnet man mit dem Collectivnamen Kreosot passend auch mehrere nahestehende, in den Haupteigenschaften übereinstimmende Stoffe, als Karbolsäure, Phenyloxyd u. a. Dieselben ersetzen einander in der antiseptischen Wirkung vollständig und erscheinen abwechselnd oder gemengt je nach dem Rohstoff, welchen man zu ihrer Herstellung benutzt hat.[49])

Die flüchtige Eigenschaft des Kreosots wird gemindert in seinen Vereinigungen mit anderweitigen Oelen (Kohlenwasserstoff-Verbindungen), welche geeignet sind, sich allmählich zu oxydiren oder zu verharzen. Man soll also behufs der Imprägnirung Kreosot stets in Vereinigung mit solchen Stoffen anwenden, dann wird es in den Holzzellen festgehalten — wenigstens auf längere Zeit; und es ist nur noch fraglich, ob dieser Erfolg auf mechanischem Wege (Verstopfen der Poren durch verharzte Oele) oder auf chemischem Wege (Verbindung mit der Holzfaser oder mit den Extractivstoffen) zu Stande kommt. Die fragliche Vereinigung zwischen Kreosot und sonstigen Oelen heisst Kreosot-Oel. Sie wird u. A. gewonnen bei der Fabrikation von Photogen, Solaröl und dergleichen Beleuchtungsmaterialien, durch Destillation von Braunkohlen, bituminösem Schiefer, Bogheadkohle; aber die Rückstände sind zu unbedeutend, um für den gegenwärtigen grossen Bedarf der Holzconservation einen nennenswerthen Beitrag zu liefern. In England finden sie mehr als Maschinenschmieröl Verwendung und lassen sich als solches auch besser verwerthen. Eigens für den Zweck der Imprägnirung findet man Kreosotöl auf wohlfeilere Art im Theer. Woher auch Theer stammen mag, aus Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Holzarten, so besteht er jedesmal aus einer Reihe empyreumatischer Stoffe, welche bei verschiedener Wärme Gasform annehmen. Bestimmte Wärmegrenzen bei dieser Erscheinung existiren nicht und mögen auch wohl bei den verschiedenen Theerarten in verschiedener Höhe liegen. Man kann aber doch durch vorsichtige Destillation die Stoffe einigermaassen gruppenweise sondern. Bei einer Temperatur bis zu etwa 180° C. verflüchtigen sich aus der Theer enthaltenden Retorte die sogenannten leichten Kohlenwasserstofföle, welche im flüssigen Zustande ein geringeres specifisches Gewicht als Wasser haben. Bei grösserer Hitze folgen schwere Theeröle, unter ihnen auch Kreosot. Den Rest, welcher ebenfalls noch verflüssigt und verflüchtigt werden

[48]) Chemische Zusammensetzung 76 % C, 8 % H, 16 % O.

[49]) Eigentliches Kreosot entsteht mehr aus Vegetabilien (Holztheer), während Karbolsäure im Steinkohlentheer vorkommt, beide zusammen aus Braunkohlen gewonnen werden.

kann, bilden Stoffe von talgartiger Consistenz: Paraffin und Naphthalin, Brandharz und Pech; und endlich bleibt ein fester cokeartiger Körper in der Retorte zurück. Bei einigen Theerarten lohnt sich die Absonderung der ersten Gruppe, welche mannigfaltig auf Naphtha (Fleckenwasser), Benzin, Anilin, wasserdichte Zeuge verwerthet werden kann. [50]) Abgesehen von diesem, immerhin unbeträchtlichen Quantum, wird im Allgemeinen das destillirte und condensirte Product, oder das Kreosotöl, verschieden ausfallen, je nach dem Wärmegrade, in welchem der Process unterbrochen wird. Je weiter man die Hitze steigert, desto weniger bleibt als Rückstand in der Retorte, desto mehr Kreosotöl gewinnt man. Da aber die Grenzen der auf einander folgenden Destillationsproducte, wie erwähnt, unmerklich in einander übergehen, so können zahllose verschiedene Qualitäten des Kreosotöls erzeugt werden, während ebenso verschiedenartige Rückstände verbleiben. Schliesslich würde man allen Theer überdestillirt und nur dessen kohlige Beimengungen beseitigt haben. In dieser Reihenfolge verändern sich nun mehrere bei der Holzconservation wichtige Eigenschaften. Je früher die Destillation abgestellt wurde, desto höher stellt sich in dem destillirten Kreosotöl 1. der Gehalt an Kreosot, 2. die Flüssigkeit und Flüchtigkeit, 3. der Preis.

ad 1. Vorausgesetzt, dass die Hitze überhaupt bis zum Verdampfen des Kreosots, also über 200°, gesteigert wird, erhält man natürlich um so mehr Kreosot. je weniger weitere Dinge noch dazu kommen, was eben nur bei steigender Hitze geschieht. Liegt nun gar der Zweck des Verfahrens ebensosehr in der Gewinnung von talgartigem Rückstand (um Paraffin zu erzeugen), als in derjenigen von eigentlichen Oelen, so muss das aus Paraffinfabriken abfallende Nebenproduct: Kreosotöl, ganz besonders reich an Kreosot sein. In der That findet man da (je nachdem Braunkohlen oder Steinkohlen dienen) zwischen 30 und 70 % Kreosot. Sonstige Kreosotöle besserer Gattung, aus ölreichen Steinkohlen erzeugt, enthalten zwischen 10 und 20 %. Ordinäre Qualitäten, sei es wegen geringen Gehaltes der betreffenden Kohlen, sei es wegen der Leitung des Destillirens auf hohe Hitze, besitzen höchstens 10 % des eigentlich wirksamen Stoffes. Der Theer selbst hat in englischen Gasfabriken aus der Cannelkohle von Wigan 14 %, aus anderen Kohlensorten 2—9 % Kreosot. Holztheer ist im Ganzen reicher: so wurde bei einer Analyse von Kientheer (Kiefernholz) 12 %, von Buchentheer sogar bis 25 % gefunden. Doch liefern die Theerschwelereien viel zu geringe Mengen für unsere Zwecke. Die geringste Ausbeute an Kreosot soll in der Präparirflüssigkeit enthalten sein, welche der Patentträger Bethell selbst in den Handel bringt, nämlich nach seiner eigenen Angabe nur 1—2 %, nach Analysen in Deutschland zuweilen nur Spuren. Dies liegt z. Th. an den in den Londoner Gasfabriken verarbeiteten Kohlen (von Newcastle), deren Theer Bethell benutzt, um sein »Kreosotöl« zu erzeugen; z. Th. aber gewiss auch in der Leitung des Processes, wonach vielleicht die ersten Producte (leichte Oele

[50]) Gewisse schottische Kohlen (Boghead) und die Wigan-Cannelkohle in Lancashire ergeben bei der Destillation zu Leuchtgas einen Theer, in welchem zwischen 5 und 15 % leichte Oele (rohes Naphtha, Brennnaphtha, Benzin u. dergl.) enthalten sind. Einige Fabriken in Glasgow, Liverpool beschäftigen sich deshalb mit der Extraction derselben aus dem von zahlreichen Gasanstalten bezogenen Theer, gehen aber dann auch noch weiter auf Kreosotöl aus. Die Steinkohlen von Newcastle, Staffordshire und, so viel bekannt, auch die meisten in Deutschland, ergeben in dem aus ihnen gewonnenen Theer zu wenig leichte Oele, um dieselben mit gehörigem Nutzen vorweg abzufangen. Man lässt sie in demselben Gefäss condensiren, wohin bei weitergehender Destillation auch die folgenden Oele u. s. w. gelangen: sie sind also mit in dem Kreosotöl enthalten.

und gelegentlich auch Kreosot) anderweit verwerthet und nur die letzten (schwere Oele, Pech) zur Holzconservation geliefert werden. — Zur Untersuchung des Kreosotgehalts kann einigermaassen das specifische Gewicht dienen. Je weniger schwere, bei höherer Wärme flüchtige Stoffe im Kreosotöl enthalten, desto leichter ist es. Dasjenige, welches aus Paraffinfabriken abfällt, hat 1—1,06; feine Steinkohlentheeröle 1,02—1,04; schwere naphthalinhaltige desgleichen bis zu 1,13. Freilich wäre dabei auch noch auf den Ursprung zu sehen, da verschiedene Kohlensorten gleichen Kreosotgehalt bei ungleichen Gewichten und umgekehrt ergeben können. Directer und sicherer ist es, das Kreosotöl in einem graduirten Glase mit einer bis zu 10 % starken Kalilauge zu schütteln. Die Flüssigkeit trennt sich dann in drei Schichten: unten Kalilauge, in der Mitte Kreosot (und dessen zunächst verwandte »schwere Oele«), oben leichte ätherische Oele. Das Volumen jeder Gattung lässt sich hiernach leicht ermitteln.[51])

ad 2. Je geringer die Temperatur, bei welcher ein Bestandtheil des Theers destillirt werden konnte, desto dünnflüssiger und flüchtiger ist er auch in gewöhnlicher Lufttemperatur. Umgekehrt sind Brandharz und Naphthalin, welche die grösste Hitze beim Destilliren erfordern, für gewöhnlich fest, letzteres erst bei 85° C. schmelzbar. Oele von hohem Kreosotgehalt besitzen also eine angemessenere Form zum Imprägniren, aber sie verlassen auch das Holz durch Verdunsten leichter, und es fragt sich, ob der erstmalige bessere Erfolg, die einmalige stärkere Stoffaufnahme des Holzes nicht wieder ausgeglichen wird durch die starke Flüchtigkeit. Von manchen Seiten wird eine gewisse Dickflüssigkeit, trotz geringeren Kreosotgehalts, gewünscht, weil man glaubt, damit auf die Dauer mehr zu erreichen. Ja, es sollte selbst Brandharz und Naphthalin keineswegs fehlen, weil diese im Holz fest werden und damit auch das Kreosot um so besser festhalten.[52])

Bei Imprägnirung von Theer oder dickflüssigen Oelen muss künstliche Wärme zu Hülfe genommen und diese um so mehr gesteigert werden, je dicker und damit billiger der Stoff ist, wobei aber der Kreosotgehalt davongejagt werden kann. Also eine weitere bis jetzt ungelöste Frage: ob der Aufwand zweckmässiger auf Brennmaterial oder auf die Eigenschaften der Dünnflüssigkeit und des Kreosotgehalts zu werfen ist. Eine Imprägnirung im Winter würde vermuthlich dicke naphthalinhaltige Oele und Theer nicht brauchen können, sowie auch das Verflüchtigen ätherischer Oele bei hoher Wärme unangenehm und schädlich für die dabei beschäftigten Arbeiter ausfallen kann. Endlich wird auch noch zu Gunsten der dickflüssigen Oele angeführt, dass Holzrisse ausgefüllt und die Oberflächen mit einer Pechrinde bedeckt werden, während bei dünnflüssigen die Schwellen offene Risse behalten und die Verdunstung sonach um so leichter machen.[53]) Man will sogar bemerkt haben, dass

---

[51]) Die Frage über den relativen Werth eines kreosotreichen Oels gegenüber einem solchen von geringem Gehalt lässt sich erst lösen, wenn die antiseptische Wirkung chemisch untersucht worden ist. Nach Feststellung des zur Holzconservation nothwendigen Procentgehaltes wäre dann die Auswahl passender Sorten, die Verbesserung armer Oele und die gehörige Verwerthung des Ueberschusses reicher Oele zweckmässig zu treffen. Man pflegt im Allgemeinen zu verlangen, dass das specifische Gewicht von Kreosotöl zur Holzconservation nicht unter 1,0 und nicht über 1,1 betrage, und dass der Siedepunkt zwischen 200 und 400° C. liege.

[52]) Nicht blos Bethell behauptet dies, in dessem Interesse es allerdings liegt, dickflüssiges Oel zu guten Preisen zu liefern.

[53]) Bethell schlug vor, die Schwellen, namentlich am Hirnholz, mit Theer anzustreichen, um die Verdunstung des Kreosots zu mindern.

poröses Holz dichter wird, Nägel fester hält, sobald es hinreichend tief von Pechbestandtheilen durchdrungen ist, während in dünnflüssig kreosotirten Hölzern die Nägel nicht besser, als in unpräparirten halten. Im Allgemeinen geht die Meinung der Techniker jetzt dahin, nicht allzu ängstlich in dem Verlangen feiner Qualität zu sein und die Vortheile billiger Anschaffung der Substanz höher zu schätzen, als etwas mehr Kreosot und etwas weniger Brennmaterial. Genauere Erfahrungen sind jedoch abzuwarten.

ad 3. Durch den geringen Preis der Kohlen, die starke Verbreitung des Leuchtgases und die günstige Verwerthung aller Producte der Theerdestillation ist in den letzten Jahren die Zahl der Fabriken von Kreosotöl in England ausserordentlich gestiegen und der Preis herabgedrückt (namentlich nach Erlöschen des Bethell-schen Patentes). Es kann auch im Preis kein scharfer Unterschied zwischen den verschiedenen Sorten gezogen werden. Die Fabrikanten benutzen Kreosotöl und Rückstände und verfahren natürlich so, dass ein möglichst grosser Gesammtvortheil herauskommt. Einige steigern die Hitze soweit, dass nahezu alle öligen und fettigen Bestandtheile des Theers destillirt werden, wo dann der Rückstand nur als Coke zu verkaufen ist. Andere finden Vortheil bei der Theilung in reineres Kreosotöl und ein immer noch ziemlich ölreiches Pech, welches mit gepulverter Kohle gemischt und gepresst ein hochgeschätztes Brennmaterial (briquettes) abgiebt.[54] Wieder Andere mischen verschiedene Sorten Kreosotöl zusammen, z. B. dickflüssiges aus geringen Kohlen, mit dünnflüssigem aus vorzüglichen Gaskohlen, oder das kreosotreiche Nebenproduct aus Photogenfabriken mit armen Theerölen, oder endlich auch verfälschend Kreosotöl mit rohem Theer. Ansehen, Consistenz und Farbe fallen demnach sehr mannigfaltig aus und die Untersuchung und Auswahl ist schwierig. Im Allgemeinen aber steht der Preis um so höher, je dünnflüssiger und kreosotreicher der Stoff, d. h. je grösser die Menge des Rückstandes, welcher keinenfalls so hoch bezahlt wird, wie die Menge des destillirten Productes. Der Preis schwankte 1860 in den englischen Hafenplätzen zwischen $2^1/_2$ und $3^1/_2$ d. per Gallon, oder zwischen 2,1 und 3,1 Mark per Ctr. Eine der theuersten Bezugsquellen war Bethell selbst, von dem übrigens, nachdem sein System anerkannt war, starke Lieferungen auch nach Deutschland abgingen, welche bis auf 9 Mark per Ctr. zu stehen kamen. Sonst mag der Preis englischer Oele in deutschen Hafenplätzen, incl. Einfuhrzoll, auf 5,5—6,5 Mark steigen.[55] Die preussische Ostbahn bezieht »feines englisches Kreosotöl« mit angeblich 20% Kreosotgehalt und mit 1,02—1,04 specif. Gewicht zum Preise von 7,5 Mark per Ctr. loco Bromberg. Für die Köln-Mindener Bahn kam Bethell'sches Kreosotöl in den Jahren 1849—60 an der Imprägnirungsanstalt zu Minden auf 7,1—7,9 Mark per Ctr. zu stehen.

Der Bezug von Kreosotöl aus England nach Deutschland stellt sich bedeutend höher als die Fabrikation im Lande selbst, Fracht, Eingangszoll (1,5 Mark per Ctr. Bruttogewicht), Verluste und Verfälschungen werden erspart, auch werden die Fässer leichter zu wiederholten Malen verwendet. Aus diesen Gründen haben sich Anstalten für Gastheerdestillation schon seit längerer Zeit in Deutschland gebildet. Die erste

---

[54]) In dem letzteren Falle befindet sich z. B. die bedeutende Fabrik von Kurtz in Liverpool, in welcher Gastheer aus der Cannelkohle von Wigan vollständig gesondert wird in 16% leichte Oele (Naphtha), 25% eigentliches Kreosotöl guter Qualität und 45% ölhaltiges Pech.

[55]) Sorgfältige Untersuchungen, Angaben englischer Fabriken u. s. w. findet man in dem obengenannten Aufsatze von Vogt.

Anstalt scheint Brönner in Frankfurt a. M. eingerichtet zu haben. Die von ihm unter dem Namen Gallotin verkaufte antiseptische Substanz enthält jedoch nur 3% Kreosot und 14% leichte Oele, während 80% Pech (d. h. wohl ölhaltiges Pech, Naphthalin und dergleichen) die Imprägnirung gewiss ziemlich stark erschweren.[56]) Das Gallotin kostete per Ctr. in Frankfurt selbst 4,0 Mark, an der Köln-Mindener Bahn 5,3—5,9 Mark. Gegenwärtig ist W. O. Waldthausen Wilh. Sohn auf der Clarenburg bei Köln der bedeutendste deutsche Fabrikant von Kreosotöl und zugleich der bedeutendste Unternehmer des Imprägnirverfahrens, mit zwei ständigen Anstalten in Gustavsburg bei Mainz und auf Kanal-Bahnhof Saarbrücken. Mit Recht hat es aber z. B. die Verwaltung der Aachen-Düsseldorfer Bahn für angemessen erachtet, ihr Kreosotöl selbst zu erzeugen. Der aus benachbarten Gaswerken bezogene Theer kostet per Ctr. 1,8 Mark (anderswo nach Umständen zwischen 1,5 und 2,0 Mark). In einem sehr einfachen Apparat mit gusseiserner Retorte werden die leichteren und werthvolleren Oele vorweg abdestillirt, und sowohl diese wie der feste Rückstand vortheilhaft verkauft. Von 100 Theilen Theer entstehen demnach 60—66 Theile Kreosotöl, welche per Gewichtseinheit schwerlich viel höher zu stehen gekommen sind, als der Theer selbst.[57])

Was die Ausführung des Systems Bethell anbelangt, so bleibt die früher gegebene Beschreibung des pneumatischen Verfahrens im Allgemeinen gültig. Ganz besonders wichtig ist eine geeignete Vorbereitung des Holzes, um es möglichst auszutrocknen. Adhäsion zwischen Holz und imprägnirter Substanz ist wesentlich, sowohl zum Aufsaugen durch Capillarität, wie zum Festhalten in den Zellen. Feuchtes oder gar nasses Holz übt aber einen starken Widerstand gegen Benetzung mit öligen Flüssigkeiten aus. Würde man trotzdem imprägniren, so bestände der Erfolg höchstens in einem Vordrängen des Wassergehalts gegen das Innere und Ausfüllung der Zellen an der Holzoberfläche mit Oel. Mischung zwischen Wasser und Oel ist nicht möglich. Man muss daher vor dem Imprägniren den Wassergehalt des Holzes und soweit möglich den flüssigen Saft überhaupt beseitigen.[58]) Dies kann nach dem früher Angeführten durch Luftextraction im Präparirkessel nur sehr mangelhaft geschehen. Dämpfen würde sogar das Entgegengesetzte bewerkstelligen, daher dies hier unbedingt ausgeschlossen ist. Bleiben also noch Lufttrocknen und Dörren. In England werden, wegen der beim Dörren entstehenden Trockenrisse, meistens nur lufttrockene Hölzer zum Kreosotiren gebracht, desgleichen auf der Köln-Mindener Bahn und auf der preussischen Ostbahn (1 bis 1½ Jahre Lufttrocknung). An letzterem Ort indessen kommen die Schwellen, falls Regenwetter längere Zeit anhält, noch

---

[56]) Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 263. Vermuthlich werden die sonstigen ätherischen Oele bei der Theerdestillation abgesondert zur Bereitung des bekannten Brönner'schen Fleckenwassers oder Naphtha.

[57]) Eine genaue Preisermittelung kann aus den neuesten Angaben über das Verfahren in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband, p. 37 nicht gezogen werden. Abbildungen der Apparate in der Zeitschrift für Banwesen 1860, p. 263.

[58]) Wie sehr selbst ein Gehalt an Harz also an einem zu Kreosot verwandten Stoff, die Aufnahmefähigkeit des Holzes vermindert, zeigen Versuche an der preussischen Ostbahn (Zeitschrift für Bauwesen 1863, p. 507), wonach bei gleicher Trockenheit und gleicher Operationsweise kieferne Schwellen von 4 c' Inhalt folgende Mengen von Kreosotöl absorbirt haben:

harzreich, im Winter gefällt, wenig Splint . .	18—20 Kil.
in nassem Boden oder gutem Land gewachsen	25—30 -
letztere Sorte, lange geflösst, also ausgelaugt .	65—75 -

auf 4 Stunden in einen Trockenofen. Bei anderen Bahnen wird der Trockenofen für sämmtliche Schwellen benutzt. Auch verdient das Verfahren Erwähnung, welches in Gustavsburg beim Kreosotiren der Schwellen für die linksmainische Bahn in der Regel befolgt wurde. Sobald die (lufttrockenen) Schwellen in den Präparirkessel eingefahren waren, liess man den Rauch von der Dampfkesselfeuerung während 2 bis 6 Stunden, event. mit schwacher Unterstützung der Luftpumpe, durchziehen, wodurch eine billige und erfolgreiche, aber freilich etwas zeitraubende Austrocknung zu Stande kam.

Die Erwärmung der Schwellen, auf die eine oder die andere Art, hat auch noch den Vortheil, dass die gesammte Oelmasse dünnflüssiger bleibt, wogegen bei der Berührung von kalten Schwellen mit warmen dickflüssigem Oel eine Scheidung der pechartigen Bestandtheile und in Folge dessen eine Verstopfung der äusseren Holzporen hervorgerufen wird.

Für das Oel selbst, namentlich etwas dückflüssige Sorte, ist eine Heizungseinrichtung unbedingt nothwendig. Gewöhnlich ist dies eine Dampfheizung, deren Röhren sowohl in der Cisterne des Kreosotöls als im Präparirkessel liegen (Fig. 11 am Boden des Kessels 15—18^{cm} weit). Eine Heizung im Kessel allein genügt nicht, weil das Oel bereits erwärmt und dünnflüssig die Pumpen passiren und die Schwellen berühren soll. Die Cisterne allein zu heizen, genügt ebensowenig, weil sonst während der Dauer des Hochdrucks das Oel erkalten würde. Zweckmässig wäre wohl auch ein Schutz des Kessels gegen Abkühlung nach aussen, etwa Umhüllung mit einem zweiten Blechcylinder und Heizung des Zwischenraums mit Dampf, wonach die inneren Dampfröhren überflüssig werden. Die geeignete Temperatur beträgt zwischen 30 und 60° C.

Die Luftpumpe arbeitet in der früher beschriebenen Weise ($^1/_2$—$1^1/_2$, durchschnittlich und gewöhnlich 1 Stunde im Ganzen). Nach dem Ansaugen des Kreosotöls folgt sodann die Druckpumpe. Das Maass des Hochdrucks wird hier oft höher gesteigert, als beim Imprägniren einer wässerigen Lauge. Man geht in England bis 10 Atmosphären, während an den mehrfach erwähnten preussischen Bahnen die gewöhnliche Pressung mit 7—8 Atmosphären beibehalten wird. Bezüglich der Unterhaltung dieses Druckes kann, um es zu wiederholen, eine Regel oder auch nur eine passende Schätzung nicht gegeben werden. Man ist durchaus abhängig von der Form, Gattung und Vorbereitung der Hölzer. Deshalb hat sich beim Kreosotiren ein Verfahren ausgebildet, welches namentlich bei Arbeiten im Accord zweckmässig sein dürfte. Man setzt nicht die Zeitdauer, sondern das Resultat des Hochdruckes als Norm fest, derart, dass eine gewisse Menge Kreosotöl durch das Holz aufgenommen werden muss, und der Druck andauert, bis eben diese Aufnahme erreicht worden ist. Vorhergegangene Proben mit betreffenden Holzgattungen oder die Resultate anderer Verwaltungen werden bei der Wahl der geeigneten Zahl Anleitung geben. Die Controle wird an der Oelcisterne ausgeübt, deren Inhalt vor und während, resp. nach der Operation gemessen wird. Die Differenz hat sich vertheilt auf den bekannten Leerraum des Präparirkessels, theils auf das Innere des ebenfalls bekannten Holzvolumens. Auch wird wohl nach der ersten Füllung des Kessels einfach beobachtet, wie viel die Pumpen von da an noch hineinpressen, denn alles dieses geht ins Holz.[59]) Die

[59]) Dies ist nicht genau, denn schon während des Ansaugens der Flüssigkeit im Kessel geht ohne Zweifel eine ansehnliche Menge ohne Nachhülfe in die empfänglichen Zellen trockenen Holzes. Auch das einfache Tränken in Kreosotöl liefert ja einigen Erfolg.

Dauer des Hochdrucks beträgt demnach beim Kreosotiren von Bahnschwellen zwischen 1 und 4 Stunden. Lange Hölzer zu Wasserbauten werden in englischen Anstalten bis zu 20 Stunden imprägnirt.[60])

Bezüglich der Aufnahme von Kreosotöl in Kil. giebt folgende Tabelle Auskunft[61]):

		Köln-Minden.	Oberschles. Bahn.	Preuss. Ostbahn.	Saarbrücker u. Rhein-Nahe-Bahn.	Hessische Ludwigs-Bahn	Englische Bahnen.
Eichenholz	Inhalt einer Schwelle	$3^1/_2$ c'	3 c'	3 c'			
	Aufnahme per Schwelle	5,1—10,9	10 Kil.	6 Kil.	5 Kil.		
	- - Cubikm.	47—100	108 -	65 -		40 Kil.	
Kiefernholz	Inhalt einer Schwelle	4 c'	3 c'	3 c'			4 c'
	Aufnahme per Schwelle	17,5—21,1	20 Kil.	20 Kil.	11 Kil.		16 Kil.
	- - Cubikm.	141—171	216 -	216 -		150 Kil.	140 -

Ueber die Kosten des Systems Bethell sollen hier nur die Resultate der preussischen Ostbahn angeführt werden, innerhalb deren Grenzen auch sonstige Erfahrungen neuester Zeit sich bewegen. Vorauszuschicken ist, dass bei der Imprägnirungsanstalt zu Bromberg sämmtliche Handarbeiten an Schwellen und Apparaten zu 0,1 Mark per Schwelle oder 1,1 Mark per Cubikm. in Accord gegeben sind, und dass die Unterhaltung der Apparate, Aufsicht und Heizung bei einem jährlichen Quantum von 150000 Schwellen zu 0,06 Mark per Schwelle oder 0,7 Mark per Cubikm. angeschlagen wird. Unter diesen Voraussetzungen beträgt der Aufwand[62]):

60) So Grundpfähle zu Hafenbauten in Portsmouth, in einem Präparirkessel von 82' Länge und 5' Durchmesser.

61) Entnommen für die Köln-Mindener Bahn aus Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 261. Die anderen preussischen Bahnen aus Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband, p. 37. Belgische Techniker halten die bisher dort übliche Aufnahme von 150 Kil. per Cbm. Nadelholz für ungenügend, vielmehr eine vollständige Imprägnirung erst mit 250 Kil. erreicht, wogegen bei Eichenholz fast allein der Splint aufnimmt, und 100 Kil. per Cbm. gerechnet werden sollten. Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie 1869, p. 671.

62) Heusinger's Organ 1866, p. 120. Aeltere Angaben, insonderheit in der Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 260, für die Köln-Mindener Bahn, wonach die Kosten von Arbeit, Aufsicht, Brennmaterial per Schwelle auf 0,18 Mark oder per Cubikm. auf 1,5 Mark zu stehen kamen. Die Preise der Substanz selbst dürften seither kaum noch gültig geblieben sein. Sonstige neuere Resultate über die Kosten des Kreosotirens von Bahnschwellen hier aufzuführen, fruchtet für einen Vergleich nicht, weil die Preise des Stoffes und sonstige Einzelnheiten nicht veröffentlicht sind. Man kann den betreffenden Anschlag auf Grund der vorhergehenden Tabelle leicht entwerfen.

Indessen mag es nicht ohne Interesse sein, Angaben über die Kreosotirung starker Hafenbauhölzer in Trouville zu erwähnen, welche den Annales des ponts et chaussées 1871, p. 293 entnommen sind. Preis des Kreosotöls in Paris 60 Fr., an Ort und Stelle 92,6 Fr. per Tonne (Transport und Gefässkosten). Preis der Kohlen 28 Fr. per Tonne. Die durchschnittliche Aufnahme betrug in Fichtenholz 168 Kil., in Eichenholz 217 Kil. per Cubikm., und wird dieser auffallende Unterschied dem Umstande zugeschrieben, dass Fichtenholz in starken, vierkantigen Balken ohne Splint, Eichenholz dagegen in runden Pfählen vorkam. Die Kosten per Cubikm. bestanden in:

	Fichtenholz.	Eichenholz.
Aufgenommenes Kreosotöl . . .	15,58 Fr.	20,10 Fr.
Kohlen	2,66 -	2,99 -
Tagelöhne aller Art	5,70 -	6,97 -
	23,94 Fr.	30,06 Fr.

Hierzu sollten noch 7—10% zugeschlagen werden, um Unterhaltung der Apparate, Verluste an Kreosot und dergl. zu decken.

		Gastheer aus Berlin.	Dickflüssiges Kreosotöl	Feines Oel aus England.
Preis des Stoffes per Ctr.		1,5 Mark	4,5 Mark	7,5 Mark
Eichenholz	Stoffaufwand per Schwelle	0,2 Mark	0,54 Mark	0,78 Mark
	Gesammtaufwand per Schwelle	0,36 -	0,7 -	0,94 -
	Stoffaufwand per Cubikm.	2,2 -	5,8 -	8,4 -
	Gesammtaufwand per Cubikm.	4,0 -	7,6 -	10,2 -
Kiefernholz	Stoffaufwand per Schwelle	0,6 Mark	0,18 Mark	3,0 Mark
	Gesammtaufwand per Schwelle	0,76 -	1,96 -	3,16 -
	Stoffaufwand per Cubikm.	6,5 -	11,7 -	32,4 -
	Gesammtaufwand per Cubikm.	8,3 -	13,5 -	34,2 -

Dass Kreosot eine kräftige, wo nicht die kräftigste Wirkung unter allen antiseptischen Substanzen ausübt, steht gegenwärtig durch mehr als zwanzigjährige Erfahrungen in England und Deutschland fest. Eisenbahnschwellen aus dem Anfange des Bethell'schen Patents sind noch wohl erhalten, und auch auf preussischen Bahnen hat sich in den wirklich imprägnirten Theilen des Holzes nirgends Fäulniss gezeigt. Das Verhältniss der ausgewechselten Schwellen ist ein ausserordentlich günstiges, besonders gerade bei den weicheren Holzarten, welche mehr aufnehmen und deshalb wahrscheinlich eine relativ bedeutendere Verlängerung ihrer Dauer erhalten.[63]) Mag nun die Wirkung des Kreosotöls mehr chemischer Natur sein (Coaguliren des Eiweissstoffes findet jedenfalls statt) oder mehr in dem Verstopfen der Holzporen gegen den Zutritt von Wasser und Luft liegen, so besteht ein besonderer Vorzug dieser Substanz vor den mettallischen Laugen in der Abneigung gegen Wasser. Die bituminösen Oele sind in Wasser unlöslich, lassen sich nicht durch Regen verdünnen oder auswaschen und entziehen sich dem Holz blos zum Theil durch ihre Flüssigkeit.

Ein anderer Vortheil ist die Erhöhung der Holzfestigkeit auf mechanischem Wege. Risse und Poren werden mit dem hart werdenden Stoffe um so besser ausgefüllt, je grösser dessen imprägnirte Menge, während von Metallsalzen gerade bei steigendem Erfolg in der Aufnahme die Holzfaser vermuthlich angegriffen wird. Man pflegt diesen Unterschied wohl aus dem organischen Ursprunge des Kreosots zu erklären, wonach dasselbe mit dem Holzorganismus sich gern assimilirt, während metallische Gifte in grosser Menge zerstörend auftreten. Dagegen dürfen mehrere Nachtheile des Systems Bethell nicht verschwiegen werden: Feuersgefahr bei hölzernen Brücken; der penetrante Geruch an Hochbauten, Einfriedigungen und dergleichen; endlich Schwierigkeit einer nachträglichen Bearbeitung an dem schmutzigen stinkenden Material.[64]) Alle drei Gründe haben dem Kreosot namentlich im Schiffsbau den Eingang versagt und werden für manche Zwecke das System Burnett in den Vordergrund stellen.

---

[63]) Der oben genannte Fabrikant Waldthausen hat bei mehreren Bahnen 12 Jahre für eichene, 10 Jahre für buchene und kieferne Schwellen Garantie übernommen. Eine derartige Sicherheitsleistung dürfte überhaupt zu empfehlen sein, wenn das Imprägniren irgendwo in Accord gegeben wird. Freilich kann es nur nach gründlichen Erfahrungen in der Holzconservirung gelingen, die Garantiezeit zuverlässig fortzusetzen, und damit ohne übermässiges Risico auch wirklich brauchbar zu machen.

[64]) Schwellen, welche mit dickflüssigen Oelen imprägnirt werden, pflegt man förmlich abzukratzen, und den gewonnenen pechartigen Abfall als Brennstoff zu benutzen. Ebenso bedarf der Präparirkessel wiederholte Reinigung.

§ 9. Sonstige Systeme der Imprägnirung. — Es bleibt noch übrig, diejenigen Methoden der Imprägnirung kurz zu erwähnen, welche in der Uebersicht auf p. 183 mit * bezeichnet sind und diejenigen, welche mit ganz anderen antiseptischen Substanzen versucht wurden.

Kupfervitriol unter Niederdruck zu appliciren, wurde dem Engländer Margary 1837 patentirt und fand auch in Deutschland, namentlich an vielen preussischen Eisenbahnen Anwendung. Man versuchte die mannigfaltigsten Combinationen: Schwellen ausgetrocknet oder gedörrt, Lauge schwach oder concentrirt, kalt oder erwärmt, Dauer des Tränkens von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen. Reducirt auf 1 Cubikm. Kiefernholz in Form von Mittelschwellen, hat die Aufnahme an Salz zwischen 2,5 und 8 Kil., der gesammte Kostenaufwand zwischen 2,2 und 7,8 Mark betragen. Der Erfolg wird in einem Beschluss der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in Dresden 1865 folgendermaassen ausgesprochen[65]:

> »Die Erfahrungen über das Imprägniren mit Kupfervitriol weichen wesentlich von einander ab. Die Gründe hierfür sind mit Sicherheit noch nicht ermittelt, dieselben scheinen jedoch mehr an dem Verfahren des Imprägnirens, wie in dem Material zu liegen und dürfte im Allgemeinen dem Imprägniren unter einem kräftigen Drucke vor dem blossen kalten Einlaugen oder Kochen in einem offenen Gefässe schon jetzt unzweifelhaft der Vorzug einzuräumen sein.«

Kupfervitriol unter Hochdruck. Der Apparat, welchen die Berlin-Hamburger Eisenbahn zu diesem Zwecke anwendet, besteht aus einer Dampfmaschine von 2 Kil. mit Luftpumpen, zwei Präparirkesseln von 16′ Länge und 8′ Weite aus Kupferplatten mit eisernen Reifen, einigen Cisternen und einem auf hohem Gerüste stehenden Reservoir für die Lauge (von $^1/_{100}$ Gehalt). Nach Einbringen der Schwellen und Verschluss des Kessels wird während etwa 2 Stunden ein fast vollständiges Vacuum unterhalten, sodann die Lauge angesogen und hierauf der volle Kessel mit dem Hochreservoir in Verbindung gesetzt, dessen hydrostatischen Druck (ca. $1^1/_2$ Atm.) er während 5—6 Stunden empfängt. Die Anlage hat ca. 54000 Mark gekostet. Das Resultat ist: Aufnahme von 3 Kil. Vitriol und gesammter Aufwand von 3,6 Mark per Cubikm. Kiefernholz.[66] Dem Vernehmen nach hat in Deutschland nur die Magdeburg-Wittenberger Eisenbahn dies Verfahren nachgeahmt. Dagegen wurden in dem Netz der französischen Midi-Bahn (und auch zur Bedienung spanischer Bahnen) seit 1859 durch englische Unternehmer mehrere Imprägniranstalten errichtet, in welchen das eigentliche pneumatische Verfahren durchgeführt wird.[67] Die Lauge wird in hölzernen mit Blei ausgefütterten Cisternen gemischt. Ihre Stärke ist abhängig von dem Zustand des Holzes (Fichten),

---

[65] Organ 1866, Supplementband, p. 39—43, woselbst Kosten und Erfolg kurz mitgetheilt sind. Speciellere Nachweisungen finden sich bezüglich der Westphälischen und preussischen Ostbahn in der Zeitschrift für Bauwesen 1853, p. 55, bezüglich sämmtlicher preussischer Bahnen in derselben Zeitschrift 1860, p. 251.

[66] Apparate in Zeitschrift für Bauwesen 1853, p. 47. Neuere Resultate im Organ 1866, Supplementband, p. 39. Aeltere Angaben weichen beträchtlich ab, da der Preis des Vitriols seither gesunken und die Lauge überdies mehr verdünnt wird.

[67] Förster's Bauzeitung 1864, p. 371.

mindestens 1 : 70 für trockenes, höchstens 1 : 40 für frisches Holz. Dieser Unterschied scheint jedoch da nicht eingehalten zu werden, wo Trockenöfen die Schwellen vorbereiten. Die Laugencisterne wird mittelst Dampfheizung auf 15° Wärme gebracht. Die Präparirkessel sind zum Theil feststehend, zum Theil transportabel. Als Material dient Kupfer oder Gusseisen mit Mennigeanstrich, oder Eisenblech mit einem Futter aus Bitumen, Guttapercha, Bleitafeln und Holz. Pumpen und Rohrleitungen aus Messing. Es findet nur kurze Luftverdünnung Statt um anzusaugen, und der nachfolgende Druck dauert auch nicht lange, $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden, wobei seine Höhe auf 5—6 Atm. bei trockenem, 8—10 Atm. bei frischem Holz bestimmt ist. Diese rasche Operation erlaubt denn natürlich täglich mehrere Füllungen und ist ohne Zweifel deshalb zulässig, weil die Aufnahme des Holzes an Vitriol von vorn herein nur zu dem (seit Boucherie normal gewordenen) Maass von 5,5 per Cubikm. festgesetzt wurde. Telegraphenstangen erhalten auch etwas mehr, weil sie eben nach ihrer Beschaffenheit leicht mehr aufnehmen, etwa 7 Kil. per Cubikm. Ueber die Kosten werden keine anderen Mittheilungen gemacht, als dass die Etablissements zwischen 30000 und 60000 Frcs. gekostet haben, und der Accordpreis der Unternehmer für die Präparation 10 Frcs per Cubikm. beträgt. Auch die österreichische Südbahn imprägnirt seit 1866 ihre Buchenschwellen mit Vitriol im Vacuum mit 6 Atmosphären Ueberdruck, und verwendet darauf einschiesslich Erhaltung der Requisiten 0,5 Mark per Schwelle.

Diesen Beispielen über Kupfervitriol unter Hochdruck dürfte eine Nachahmung in der Zukunft kaum zu vindiciren sein. Die Anlage ist, weil Vitriol nicht in Berührung mit Eisen treten darf, umständlich und kostspielig. Der gewählte Stoff besitzt mehrere, im Früheren erörterte Nachtheile, insbesondere einen dreifach höheren Preis als Zinkchlorid. In Frankreich scheint mehr das Herkommen den Vitriol begünstigt zu haben. Die Gesellschaft schrieb denselben vor, und die Unternehmer glaubten nun die mechanische Aufgabe auf pneumatischem Wege billiger, als durch Boucherie's Methode zu lösen.[68])

Zinkchlorid unter Niederdruck. Ausser einigen, nicht zur Bedeutung gelangten Versuchen, das Holz im kalten Zustande mit Zinkchloridlauge zu tränken, ist hier insbesondere das Verfahren von Büttner und Möring in Dresden zu nennen.[69]) Die thunlichst ausgetrockneten Schwellen werden in hohe hölzerne Bottiche gestellt, die Lauge kalt eingelassen und auf den richtigen Gehalt gebracht, und nun von einem Dampfkessel (etwa alte Locomotive) Dampf eingeleitet, um die Flüssigkeit zum Kochen zu bringen. Dieser Zustand wird etwa 1 Stunde lang (zuweilen auch länger) erhalten, während desselben mehrfach die ausgelaugten Saftstoffe abgeschäumt und nachher das Holz, von der Lauge stets bedeckt, der Abkühlung bis 50° C. überlassen, wonach die Lauge ausgepumpt und das Holz zum Abtrocknen

---

68) Aus dem Referat über Conserviren der Schwellen, welches der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in München 1868 vorgelegt wurde, ergab sich, dass seit 3 Jahren die Benutzung von Sublimat bedeutend im Wachsen, diejenige von Vitriol beträchtlich in der Abnahme begriffen war, während Zinkchlorid und Kreosot in ihrer Beliebtheit ziemlich constant geblieben sind. Von 40 Bahnverwaltungen präparirten 16 überall nicht, und wurde dabei in 4 Fällen der früher gebrauchte Kupfervitriol geradezu aufgegeben. — Diese Erscheinung setzte sich fort, so dass bei der Versammlung 1874 zu Düsseldorf wiederum 3 Verwaltungen den Vitriol aufgegeben hatten, und dieser Stoff überhaupt mit Rücksicht auf die höheren Kosten und die der Verwendung entgegenstehenden Schwierigkeiten in zweite Reihe gesetzt wurde.

69) Heusinger's Organ 1855. p. 25.

herausgenommen wird. Der Zweck dieses Verfahrens bestand darin, gleichzeitig das Eiweiss zu coaguliren, sonstige Saftstoffe und die Luft zu entfernen und dafür die Lauge zu imprägniren. Die Aufnahme an Zinkchlorid kann nach den Resultaten, welche früher bei der Badischen und der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn erhalten sind, auf 3 Kil. per Cubikm. geschätzt werden: eine geringe Zahl trotz des erheblichen Aufwandes für die Siedhitze. Die Resultate scheinen denn auch nirgends befriedigt zu haben und das Verfahren gegenwärtig aufgegeben zu sein.[70]

Aehnlich wie über Kupfervitriol spricht sich die mehrerwähnte Techniker-Versammlung auch über Zinkchlorid aus, nämlich wie folgt:

»Beim Imprägniren mit Zinkchlorid liegen ebenfalls zum Theil ungünstige, zum Theil sehr günstige Resultate vor. Abgesehen von einem kleinen Versuch mit Buchenschwellen auf der Köln-Mindener Bahn, sind die ungünstigen Erfahrungen, soweit es für jetzt zu beurtheilen ist, nur mit solchen Schwellen gemacht worden, welche in dem Zinkchlorid kalt eingelaugt oder gekocht waren. Die Erfahrungen auf denjenigen Bahnen, welche das Zinkchlorid unter einem starken Druck in die Schwellen hineinpressen, sind sowohl für Eichen-, wie für Kiefern- und Buchenschwellen sehr günstige und verdienen um so mehr Beachtung, als die Kosten des Imprägnirens mit Zinkchlorid nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ derjenigen des Imprägnirens mit Kreosot und Quecksilber-Sublimat betragen.«

Kreosot unter Niederdruck. Die ersten Anwendungen des Kreosotöls auf dem Continent wurden nicht auf dem pneumatischen Wege gemacht, sondern durch einfaches Tränken. Es geschah 1856—1858 auf den Bahnen von Aachen nach Mastricht und nach Düsseldorf. Die letztere wenigstens verfährt noch gegenwärtig auf diese Weise mit dem selbsterzeugten Theeröl. Die Hölzer werden in einem Trockenofen bei 100° 24 Stunden lang gedörrt und sofort in eiserne auf 30° C. erwärmte Oelcisternen eingetaucht, worin sie wiederum 24 Stunden verbleiben. Das Resultat mit Eichenholz beträgt: Aufnahme 80 Kil. und Gesammtaufwand 6,8 M. per Cubikm.[71] Beide Zahlen liegen innerhalb der Grenzen, welche beim pneumatischen Verfahren angegeben wurden, wobei freilich die stark influirende Gattung, sowohl des Holzes als des Oels, nicht beurtheilt werden kann. Auf der Mastrichter Bahn wurde trotz dreimal längerer Tränkung die Aufnahme doch nur auf die Hälfte gebracht, und die Kosten wiederum betrugen etwa das Doppelte, so dass hier in der That Vergleiche gar nicht gezogen werden können. — Im Allgemeinen dürfte gerade bei Kreosot der Hochdruck entschieden den Vorzug verdienen, weil die Kosten des mechanischen Verfahrens der Imprägnirung hier einen geringen Antheil des Gesammtaufwandes ausmachen, und es offenbar mehr wie bei billigen Laugen darauf ankommt, den kostbaren Stoff durch alle zu Gebote stehenden Mittel möglichst gründlich zu verwenden.

Kochsalz. Auf der Thüringschen Eisenbahn ist eine grössere Anzahl von Schwellen und Bauhölzern alter Gradirwerke verlegt worden. Dieselben haben sich so gut erhalten, dass die Dauer von imprägnirtem jungem, splintreichem Tannenholz

---

[70] In Annäherung an das beschriebene Verfahren präparirt die Altona-Kieler Bahn ihre Schwellen mit Zinkchlorid von 5° Beaumé in folgender Weise: Die Flüssigkeit wird in offenen hölzernen Kasten auf 60—70° mit den eingelegten Schwellen erhitzt, und bleiben dieselben beim Abkühlen in der Flüssigkeit mindestens 24 Stunden liegen.

[71] Organ 1866, I. Supplementband, p. 37. Aeltere Angaben über beide erwähnte Bahnen in der Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 262.

so hoch wie diejenige von unpräparirtem Eichenholz geschätzt werden konnte. Auch hielten die Nägel mittelst Anrosten ebenso fest. Aber freilich gehört dazu eine so vollständige Durchdringung, wie 50 Jahre in Gradirwerken zu Stande bringen können. Ferner hat man Schwellen aus Kiefernholz auf der Magdeburg-Leipziger Bahn mit Kalisalz aus Stassfurt getränkt, wie denn auch auf den Bahnen dieser Saline Schwellen wohl erhalten sind, welche den Abfall mannichfacher Salinenproducte aufgenommen hatten. Anderwärts, wo man neues Holz mit Kochsalzmutterlauge selbst unter Hochdruck imprägnirte, hat man genügende Resultate nicht erhalten, namentlich im Vergleich zu Zinkchlorid.[72] Kochsalz kann überall nur in der Nähe von Salinen benutzt werden, wo Mutterlauge billig zu haben ist. Der Transport dieser Flüssigkeit auf grosse Entfernungen würde sich nicht lohnen und noch weniger die Auflösung von festem Kochsalz oder Steinsalz. Trotz der bekannten antiseptischen Wirkungen des Stoffes dürfte derselbe die Concurrenz anderer Methoden nur da bestehen, wo man, wie bei der Thüringischen Bahn, die Imprägnirung gewissermaassen umsonst erhält.

Eisenvitriol. Dieses Salz ist wegen seines billigen Preises mehrfach zur Holzconservation versucht worden, und zwar gewöhnlich durch einfaches Tränken des Holzes in der Lauge bei mässiger Erwärmung. Die Resultate waren indessen so wenig zufriedenstellend, dass der Stoff jetzt gänzlich aufgegeben ist. Eisenvitriol ist bei Weitem nicht so giftig, wie die anderen Metallsalze und hindert das Wachsthum von Sporen nicht (Schimmeln der Tinte), obgleich namentlich im Eichenholz Verbindungen mit Saftbestandtheilen (gerbsaure Eisensalze) leicht zu Stande kommen.

Metallisiren des Holzes. Da die antiseptischen Metallsalze in Wasser aufgelöst angewandt werden müssen und demnach auch durch Wasser wieder ausgewaschen werden können, so kommt imprägnirtes Holz in Gefahr sein Schutzmittel zu verlieren — falls dasselbe nicht etwa chemisch an Bestandtheile des Holzes gebunden war. In dieser Meinung kam Payne auf den Gedanken, zwei Substanzen nach einander zu imprägniren, welche einzeln löslich sind, aber bei ihrer Begegnung im Holz einen unlöslichen Niederschlag ergeben. Gewöhnlich bediente er sich des schwefelsauren Eisenoxyduls und des Schwefelbaryums, aus welchen durch gegenseitige Zersetzung Schwefeleisen und schwefelsaurer Baryt — zwei unlösliche Körper — entstehen. So wissenschaftlich richtig dieses Project ist, welches den Namen »Metallisirung des Holzes« erhielt, so scheitert es doch an der Beschaffenheit des Holzes selbst. Es können nämlich selbst unter Hochdruck nur so verdünnte Lösungen eindringen, dass die Menge der Niederschläge in den Zellen nicht genügt, um letzere auszufüllen, die Poren zu verstopfen und den Eintritt der Fäulniss vollständig zu hindern. Auch wird zwar die erste Lauge mit Hülfe des pneumatischen Verfahrens vielleicht durch das ganze Holzvolumen dringen, aber die zweite wird bedeutende Hindernisse sich selbst bereiten, weil sie sofort an der Oberfläche jene Niederschläge erzeugt. Es entsteht daher im günstigsten Falle eine metallisirte Rinde um das Holz, nach deren mechanischer Zerstörung durch einen Schlagregen oder dergleichen das Innere nur mit Eisenvitriol, also ungenügend geschützt, offen liegt. So oft man daher die Methode von Payne wieder versucht hat, so sind die Resultate stets schlecht ausgefallen und gegenwärtig ist sie nur noch ein interessantes Theorem. — In dieselbe Gattung gehören endlich auch die missglückten Versuche, das Holz zu »versteinern« durch Einführung von Wasserglas oder Kalkmilch.

[72]) Zeitschrift für Bauwesen 1853, p. 50 und Buresch a. a. O., p. 29.

Literatur.

Ausser den in den Anmerkungen genannten Quellen für einzelne Systeme sind als Abhandlungen über die Holzconservation im Ganzen zu nennen:

*Buresch, Preisschrift, in den Mittheilungen des sächs. Ingenieur-Vereins, 3. Heft. Dresden 1860.

Scheden, Anleitung zur Conservirung des Holzes. 2. Aufl. 1860.

Uebersicht der Methoden und Resultate auf preussischen Bahnen. Zeitschrift für Bauwesen 1853, p. 45 und 1860, p. 247.

*Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens, nach den Ergebnissen der Techniker-Versammlung in Dresden 1865. Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband, p. 27—43.

*Referat über die Imprägnirung von Schwellen, vorgelegt der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker in München 1868, im III. Supplementband zu Heusinger's Organ von 1868, p. 51—71.

Chemische Technologie der Baumaterialien, herausgegeben von Prof. Birnbaum, 1872, Abschnitt Holz, bearbeitet von Dr. Adolph Mayer.

VI. Capitel.

Eisenbahn-Oberbau.

Bearbeitet von

E. Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover.

In 4. Auflage bearbeitet von

Georg Osthoff,

Civilingenieur und Assistent der Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum in Hannover.

(Hierzu Tafel XI bis XV.)

---

§ 1. Oberbau im Allgemeinen und dessen verschiedene Systeme, Geschichtliches über die ältern Constructionen. — Unter Oberbau einer Eisenbahn versteht man die eigentliche Schienenbahn als Gegensatz zum Unterbau, welcher die Bestimmung hat, diese Bahn zu tragen. Der Oberbau umfasst daher alle jene Constructionen, welche zur soliden und möglichst unveränderlichen Festhaltung der Schienen auf dem Unterbau erforderlich sind, und besteht aus drei Hauptheilen a. den Schienen, b. den Unterlagen und c. der Bettung.

Die Schienen, deren Fabrikation wir bereits im vorletzten Capitel kennen gelernt haben, werden entweder direct oder mittelst gusseiserner Stühle von den Unterlagen unterstützt. Letztere übertragen den Druck auf die Bettung, deren hauptsächlichste Bestimmungen sind: sowohl die eindringenden atmosphärischen Niederschläge möglichst schnell abzuführen, als auch den von den Eisenbahnfuhrwerken auf die Schienen resp. Unterlagen ausgeübten Druck auf eine noch grössere Fläche des Unterbaues zu vertheilen, um das Einsinken der Schienen unmöglich zu machen. Die Unterlagen sind entweder Einzelunterlagen, oder Querschwellen, oder Langschwellen von Stein, Holz oder Eisen. Die Bettung besteht aus einer Lage von grobem Sand, Kies oder Schotter (zerschlagenen Steinen).

Die Form der Schienen sowohl, als auch die Art ihrer Befestigung unter sich und auf dem Bahnkörper, sowie die Ausführung der Bettung ist bei den bisher zur Ausführung gekommenen Eisenbahnen ausserordentlich verschieden, es wird daher unsere Aufgabe sein, diejenigen Constructionen hervorzuheben. welche im Allgemeinen nach den seitherigen Erfahrungen als die zweckmässigeren betrachtet werden müssen.

Es sollen jedoch in diesem Capitel nur die beiden ersten Hauptheile, aus welchen der Oberbau besteht, a. die Schienen und deren Befestigungsmittel und b. die Unterlagen behandelt werden, während der 3. Hauptheil, die Bettung, im VIII. Capitel einer eingehenden Besprechung unterzogen wird.

Die Grundbedingungen, welche der Oberbau erfüllen soll, sind nach Professor Winkler[1]):

1. Der Druck muss sich auf eine so grosse Fläche vertheilen, dass ein schädliches Einsinken nicht möglich wird.

2. Der Oberbau soll eine genügende Sicherheit bieten, und zwar gegen Zerbrechen, Entgleisen und Umstürzen der Wagen.

3. Der Oberbau soll möglichst geringe Anlags- und Unterhaltungskosten verursachen.

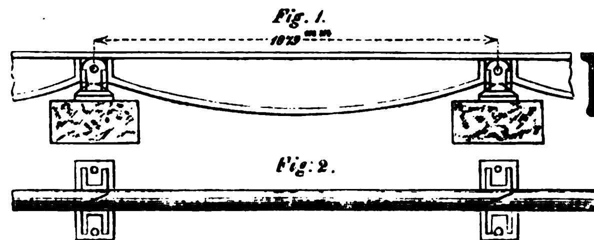
4. Der Oberbau soll möglichst geringe Betriebskosten verursachen, und zwar dadurch, dass er a. der Bewegung der Wagen einen möglichst geringen Widerstand bietet und b. möglichst geringe Abnutzung der Betriebsmittel veranlasst.

5. Der Oberbau soll möglichst wenig Störungen im Betriebe veranlassen.

6. Der Oberbau soll eine möglichst grosse Annehmlichkeit des Reisens zulassen, indem Stösse, Schwankungen und Geräusch möglichst vermieden werden.

Es ist natürlich, dass sich diese Bedingungen in sehr verschiedenem Grade und in sehr verschiedener Weise erfüllen lassen.

Von den anfänglichen Holzbahnen her hatte man die, die Lasten tragenden Eisenschienen[2]) ihrer ganzen Länge nach auf Langschwellen oder fortlaufenden Fundamentsteinen aufruhen lassen und sie mittelst Nägeln oder Schrauben festgehalten. Erst in den Jahren 1800 bis 1810 fing man hin und wieder an die meist noch gusseisernen Schienen, wahrscheinlich der Kosten wegen, nur theilweise auf dem Bahnkörper aufruhen zu lassen und sie nur in kleinen Abständen durch Quadersteine, die in den Erdkörper der Bahn versenkt waren, zu unterstützen; zwischen diesen Stütz-



punkten mussten die Schienen sich und die zufälligen Lasten frei tragen. Zur Erlangung einer grösseren Tragfähigkeit hatte der Steg oder die Tragrippe dieser Schienen je nach der Entfernung der Unterlagen eine verschiedene Breite, d. h. sie war in der Mitte höher und lief nach beiden Enden in eine halbelliptische Form aus, wie dies die Fig. 1 zeigt. Auf diese Weise hatte die Schiene an den verschiedenen freitragenden

---

[1]) Winkler, Dr. E., Vorträge über Eisenbahnbau. 1. Heft (Prag 1875, Dominicus), 3. Aufl. p. 36.

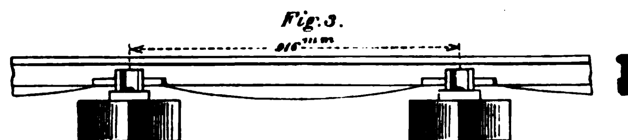
[2]) Die ersten aus Gusseisen hergestellten Bahngestänge sollen im Jahre 1738 zu Whitehaven in England gelegt worden sein, sie kamen jedoch erst später, um 1780, in allgemeinere Verwendung. (Vergl. Cap. I. § 3.) Die ersten schmiedeeisernen Bahnschienen wurden 1805 auf der Walbottle Steinkohlengrube bei Newcastle am Tyne durch Nixon versucht und bestanden aus hochkantig gelegtem Flacheisen. Da jedoch ihre schmale Oberfläche in die Radkränze der Wagenräder einschnitt, so wurden sie von den breitern gusseisernen Schienen wieder verdrängt.

Stellen gleiche Stärke und sie vereinigte mit dem geringsten Materialaufwande die grösste Tragfähigkeit. Die obere Ansicht Fig. 2 zeigt wie nach dem Patente von W. Losh und G. Stephenson (1816) diese Schienen gewöhnlich in den gusseisernen Stühlen befestigt waren; die Enden der Schienen sind nämlich auf eine Länge von ca. 70^{mm} seitlich zugeschärft oder greifen, wie man sagt, mit halbem Blatte übereinander. Durch beide Schienenenden geht ein Loch, dem eins in dem Stuhle correspondirt, und durch dasselbe ist ein starker eiserner Bolzen getrieben, der die Enden zweier Schienen untereinander und mit dem Stuhle verbunden hält.

Da die gusseisernen Schienen nur in beschränkten Längen gewöhnlich von einem Stützpunkte bis zum andern herzustellen und durch die Sprödigkeit des Materials sehr häufigen Brüchen ausgesetzt waren, so ging man, als mittlerweile auch bedeutende Fortschritte in dem Walzen von Schmiedeeisen nach verschiedenen Profilen gemacht worden waren, in den Jahren von 1820 bis 1830 zu den gewalzten Schienen über. Diese schmiedeeisernen Schienen hatten nach dem Patente von Berkinshaw von der Bedlington Eisenhütte (1820) ganz die Form der oben beschriebenen gusseisernen Schienen und hiessen Fischbauchschienen (fish-bellied rails) im Gegensatz der erst später (1830) durch Robert Stephenson eingeführten Parallelschienen, deren obere und untere Flächen einander parallel sind.

Die gewalzten Schienen wurden anfänglich in Längen von 12, 15 und 18 Fuss hergestellt und boten ausser der grösseren Widerstandsfähigkeit gegenüber gusseisernen Schienen den grossen Vortheil, dass viel weniger Stossverbindungen erforderlich waren, die Schienenbahn einen grössern Zusammenhang hatte, und sich leichter in der richtigen Spurweite und in der bestimmten Höhenlage erhalten liess.

Fig: 3.



Bei der ersten Bahn für den gewöhnlichen Strassenverkehr[3]) der im Jahre 1825 vollendeten Stockton-Darlington Bahn kam die in Fig. 3 dargestellte gewalzte Fischbauchschiene in gusseisernen Stühlen, mittelst schmiedeeisernen Keilen befestigt und auf Steinwürfeln ruhend, zuerst nur auf der Hälfte der ganzen Bahnlänge zur Anwendung, während die andere Hälfte noch gusseiserne Schienen hatte.

Die Fischbauchschienen, welche anfangs sehr verbreitet waren (auch die Liverpool-Manchester-Bahn, Liverpool-Birmingham, Newcastler-Carlisle Eisenbahn und Belgische Staatsbahn — letztere nach dem in Fig. 18 auf Tafel XI dargestellten Profil — hatten zum grossen Theil dieses Schienensystem eingeführt), wurden durch die Parallelschienen allgemein verdrängt und nach dem Jahre 1838 fast nicht mehr gefertigt, da die Fabrikation viel schwieriger war und die Anwendung dadurch sehr erschwert wurde, dass die genaue Entfernung der Stützpunkte stets eingehalten werden musste und das Einschalten von kürzern oder längern derartigen Schienenstücken nicht möglich war.

In Amerika, wo man anfänglich im Bahnbau den englischen Mustern folgte, änderte man das erwähnte Oberbausystem sehr bald, indem man aufgefordert durch

[3]) Die früheren Bahnen waren ausschliesslich nur für den Bergwerks- und Fabrikbetrieb eingerichtet.

den niedrigen Preis des guten und dauerhaften Holzes eine fortlaufende Unterstützung der Schienen herstellte. In Folge dessen kamen auf sehr vielen Bahnen die Flachschienen (Fig. 1—3 auf Tafel XI), die breitbasigen Vignolesschienen [4] (Fig. 27 und 28 auf Tafel XI), sowie die Brückschienen [5]) (Fig. 9—14 auf Tafel XI) auf Langschwellen befestigt zur Anwendung.

Auf der Leipzig-Dresdner Bahn machte man im Jahre 1840 den ersten Versuch, die breitbasige Schiene direct auf Querschwellen zu befestigen; obgleich die dabei angewandte Schiene (Fig. 27 auf Tafel XI) sehr leicht und niedrig war, lieferte dieser Versuch im Vergleich mit dem Langschwellen- und Stuhlsystem so günstige Resultate, dass die breitbasige Schiene, von grösserer Höhe und grösserem Gewicht, direct auf Querschwellen befestigt, als das einfachste Oberbausystem, vorzugsweise auf fast allen deutschen Eisenbahnen nach und nach zur Anwendung kam.

Die geringe Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen das Zerstören durch Fäulniss, der Eintritt bedeutenden Mangels an geeignetem Material und die Steigerung des Preises dafür veranlassten später die Anstellung von Versuchen das Holz als Unterlage gänzlich zu vermeiden, und an dessen Stelle Stein- oder Eisen-Unterlagen zu verwenden.

Man unterscheidet somit in Bezug auf das Material der Unterlagen:

1. den Stein-Oberbau,
2. den Holz-Oberbau,
3. den Eisen-Oberbau,

welche Systeme wieder in Hinsicht auf die Art der Anwendung der Unterlagen zerfallen in den Oberbau:

a. mit Einzel-Unterlagen (von Stein und Eisen),
b. mit Querschwellen (von Holz und Eisen),
c. mit Langschwellen (von Holz und Eisen).

Wir wollen in dem Folgenden jedes dieser Oberbausysteme einzeln behandeln, zuvor jedoch die Fahrschienen, welche den wichtigsten Theil des Oberbaues bilden und öfters bei den verschiedenen Systemen desselben in gleichen Formen und Dimensionen vorkommen, sowie die mit den Schienen in engem Zusammenhange stehenden Verbindungs- und Befestigungs-Mittel ausführlich betrachten.

§ 2. Eintheilung der Schienen nach deren Form. — Die bis jetzt angewandten Schienenformen lassen sich in folgende 9 Hauptrubriken unterbringen.

A. Flachschienen auf Langschwellen (Fig. 1—8 auf Tafel XI). Die Flachschienen aus Walzeisen sind besonders in Amerika bei den ersten Eisenbahnen in Anwendung gekommen. Sie bestanden anfänglich gewöhnlich aus 50—70^{mm} breiten, 13—20^{mm} dicken Flacheisen, welche in Entfernungen von 300—500^{mm} mit versenkten Löchern versehen und mittelst Nägeln oder Holzschrauben auf Langschwellen befestigt waren. Da diese Schienen wegen zu geringer Steifigkeit sich bald an den belasteten Stellen stark in das Holz eindrückten, während sie sich an andern Stellen hoben, wurden die Befestigungsmittel leicht lose oder es sprangen die versenkten Köpfe der Schrauben oder Nägel ab, so dass die Schäfte nicht herauszuziehen waren und nun wieder zur Befestigung der Schienen neue Löcher neben den alten gebohrt werden mussten.

---

[4]) Der bekannte englische Ingenieur Vignoles hatte diese ursprünglich amerikanische Schienenform zuerst in England eingeführt, daher dieser Name.

[5]) Dieselbe soll von Brunel erfunden sein. Daher sie auch im Französischen rail Brunel (Brunelschiene) heisst.

Aus diesem Grunde verstärkte man die Schienen entweder durch eine Winkelrippe (Fig. 1, Tafel XI) oder man versah sie, wie die von Zimbel auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn eingeführte Flachschiene für Nebengleise (Fig. 2, Tafel XI), mit einem niedrigern Seitenflantsche, in welchen die Nägel mit nicht versenkten Köpfen eingeschlagen wurden.

In den Seitengleisen der Wien-Gloggnitzer Bahn wurde früher die in Fig. 3 auf Tafel XI dargestellte 40^{mm} hohe Flachschiene mit gewölbtem Kopfe auf Langschwellen verwendet. Bei dieser Stärke der Schiene hielten die versenkten Nägel gut.

In neuerer Zeit sind Flachschienen auf Bahnen mit Locomotivbetrieb nicht mehr im Gebrauch, dagegen finden sie in mannigfaltigen Profilen, wie die Figuren 4—8 auf Tafel XI zeigen, zu Strassen- oder Pferdebahnen häufige Verwendung.

B. Brückschiene oder Brunelschiene auf Lang- und Querschwellen (Fig. 9—14 auf Tafel XI). Diese von Brunel in England (1835) erfundene Schiene[6]) bietet gegen die Flachschiene den Vortheil einer viel grössern Steifigkeit und lässt daher auch eine bei weitem grössere Locomotivbelastung zu. Die Brückschienen wurden früher meist wie Flachschienen auf Langschwellen befestigt; später kamen sie jedoch zuweilen auf Querschwellen in Anwendung, müssen dann aber viel schwerer construirt werden; Fig. 14 auf Tafel XI zeigt eine solche auf Querschwellen verwendete Schiene der Schweizer Süd-Ostbahn. Die übrigen früher von deutschen Bahnen auf Langschwellen angewendeten Brückschienen (Fig. 10—14) sind nach und nach verschwunden, da sich das hölzerne Langschwellensystem überhaupt nicht bewährt hat.

Der Kopf der Brückschienen hat gewöhnlich eine ebene, seltener eine gewölbte Oberfläche und lässt sich nicht aus härterm, feinkörnigem Eisen herstellen. Die ganze Schiene muss vielmehr aus zähem, weichem Eisen bestehen, welches Material der Pressung der Räder nicht lange widersteht.

Erst in neuerer Zeit hat man an Stelle des Eisens den Bessemerstahl angewendet und es tritt bei Verwendung dieses Materials die verlassene Form der Brückschiene, nicht unbedeutende Vortheile bietend, wieder auf (s. § 22).

Der hohle Raum zwischen den beiden Stegen wird der Stabilität und des leichtern Walzens wegen gewöhnlich nach oben (wie Fig. 9 und 11 zeigt) enger gemacht, ist zuweilen jedoch von constanter Lichtweite (Fig. 12 und 14), und verengt sich öfter auch nach unten (Fig. 10), um bei gleichbleibender Gesammtbreite eine grössere Auflagefläche zu gewinnen; diese letztere Form wird erst durch ein nachträgliches Zusammendrücken des vorher durch die Walzen nach unten weiter hergestellten Hohlraumes hervorgebracht.

C. Sattelschiene (Seaton's System Fig. 15 auf Tafel XI) auf Langschwellen von dreieckigem Querschnitt. Diese Schiene ist erst in neuerer Zeit (ums Jahr 1860) in England auf der Great-Westernbahn in Anwendung gekommen; die dreieckigen Langschwellen liegen mit ihrer breiten Basis auf ebensolchen Querschwellen. Bei gleicher Materialmenge bietet zwar der dreieckige Querschnitt eine breitere Basis, aber doch eine geringere Steifigkeit, als der rechteckige und es ist daher dies sattelförmige Profil unzweckmässig. Der hauptsächlichste Vortheil liegt in der bessern Abführung des Wassers.

Auf der Pariser Ausstellung von 1867 war dieses System auch mit gusseisernen trogförmigen Langschwellen mit Holzzwischenlagen von quadratischem Querschnitt ausgestellt.

---

6) Andere schreiben die Erfindung Strickland in Amerika (1834) zu.

D. Kanten- oder Z-Schienen (Fig. 24 auf Tafel XI) auf Langschwellen in Verbindung mit Querschwellen. Diese von Latrobe in Amerika construirte Schiene kam auf der Baltimore-Ohio-Bahn in Anwendung. Diese Schienen sind an den innern Seiten der Langschwellen mittelst durch diese gehender Schraubenbolzen befestigt und sitzen zugleich mit dem obern Winkelflantsche *a* auf der obern abgerichteten Fläche der Langschwelle, während der Winkelflantsch des Fusses mittelst der gusseisernen Unterlagsplatte *b* auf den unter den Langschwellen angebrachten Querschwellen ruht.

Die Seitenunterstützung, welche die Z-Schiene durch die Langschwelle erhält, vereinigt mit der von der Basis der Winkelflantschen herrührenden lateralen Stärke, erlaubt die Schiene hoch und dünn zu machen, ohne eine Seitenausbiegung derselben befürchten zu müssen. Bei einem gegebenen Gewichte bietet daher dieses Schienenprofil mehr Stärke und Steifigkeit, als das der gewöhnlichen Stuhl- und breitbasigen Schienen. Zugleich erhält der Schienenkopf durch die Langschwelle eine fortlaufende Unterstützung und es kann ein Abdrücken der tragenden Theile des Kopfes nicht vorkommen.

Als weitere Vortheile der Z-Schienen sind anzuführen: sie sind leicht zu walzen; das Verrücken der Schienen in der Längenrichtung fällt durch die solide seitliche Befestigung mit Schraubenbolzen ganz weg; das Anliegen an der innern Seite der Langschwellen hat zur Folge, dass der Widerstand der Schienen gegen den Druck des vorspringenden Randes der Räder sehr gross ist, ein Vorzug, der bei andern Oberbausystemen nicht so leicht erreicht werden kann.

Dagegen ist das Legen des Oberbaues mit Z-Schienen sehr umständlich, das Anpassen der Schienen an die Langschwellen erfordert ein genaues Abrichten und Hobeln der obern Flächen der Traghölzer, und es haben die freiliegenden Langschwellen durch das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen Schiene und Schwelle nur eine geringe Dauer. Die Herstellung dieses Oberbaues ist daher nur in holzreichen Gegenden, wie in Amerika, gerechtfertigt.[7]

E. Stuhlschienen, auf Querschwellen,

a. mit einem Kopf (Fig. 17—19 auf Tafel XI),
b. mit zwei unsymmetrischen Köpfen (Fig. 20, 21 und 23 auf Tafel XI),
c. mit zwei symmetrischen Köpfen (Fig. 22, Tafel XI, Fig. 2, 5, 6, 7 und 8, Tafel XII, sowie Fig. 12, 14 und 18, Tafel XIII).

Die Stuhlschienen mit einem Kopfe oder mit einem grossen und einem kleinen Kopfe waren bei den ältesten Locomotiveisenbahnen in England und auf dem Continente die verbreitetsten; jetzt wendet man sie nur noch wenig an; sie müssten für den jetzigen Betrieb noch viel höher sein, als die breitbasigen Schienen.

Die symmetrischen Stuhlschienen sind zwar schon bei der London-Birmingham-Bahn (1830), Liverpool-Birmingham-, Dublin-Kingston-Eisenbahn, Taunusbahn (1838) vereinzelt angewendet worden, sie kamen aber erst später, namentlich in England und Frankreich in allgemeinere Anwendung. Diese letztern Schienen können am ersten mit den breitbasigen Schienen in Concurrenz treten und sollen daher mit diesen in dem nächsten und den folgenden §§ ausführlicher besprochen werden.

---

[7]) Beschreibung einer neuen Form von Eisenbahnschienen (Z-rail) und des hierzu erforderlichen Holzoberbaues. Förster's Bauzeit. 1841, p. 255, und Latrobe, neue Form von Eisenbahn-Schienen (Z-rail genannt) und des hierzu erforderlichen Holzoberbaues. Mechan. mag. V. 36, p. 370; Dingler's pol. Journal 84. Bd., p. 332, 85. Bd., p. 321.

Eine besondere Art Stuhlschienen sind die aus hochkantigem Flacheisen (Fig. 16 auf Tafel XI), wie sie Léon Coste, früher Director der Bahn von St. Etienne nach Lyon (1836), auf dieser Bahn in gusseisernen Stühlen auf Querschwellen ruhend, einführte, da jedoch diese Schiene trotz des bedeutenden Gewichts von 61,8 Pfd. pro Meter verhältnissmässig nur eine geringe Widerstandsfähigkeit hatte, auch die schmale Bahn die Radreifen schnell zerstörte, so fand dieselbe keine weitere Nachahmung. — Nur auf schmalspurigen Arbeitsbahnen werden noch zuweilen hochkantige Flacheisenschienen angewandt, die statt der Stühle in Einschnitten der Querschwellen ruhen und durch ausserhalb eingetriebene Keile befestigt werden, wie die nachstehende Fig. 4 zeigt.

Fig. 4.



Diese Art von Oberbau bietet in holzreichen Gegenden die für provisorische Bahnen wichtigen Vortheile, dass er billig herzustellen, leichter auseinander zu nehmen und an andern Stellen wieder schnell zusammenzusetzen ist, dagegen haben die Schienen nur eine geringe Seitensteifigkeit, verbiegen sich leicht zwischen den Befestigungsstellen nach auswärts und schneiden in die Radkränze der Wagenräder ein, und es haben die Schwellen eine weit geringere Dauer, wenn sie für die Keile eingeschnitten sind, als wenn sie von Nägeln durchlocht werden.

F. Breitbasige Schienen (fälschlich Vignolesschienen genannt).[8]) Sie wurden anfänglich nur auf Langschwellen, werden aber jetzt fast allgemein auf Querschwellen angewendet. In den Figuren 27—34 und 37—43 auf Tafel XI sind die verschiedenartigsten Profile, meist von deutschen Bahnen, dargestellt. Sie ist für den Oberbau mit Einzelunterlagen und Querschwellen die rationellste von allen bis jetzt bekannten Schienenformen und wurde hauptsächlich auf den deutschen Bahnen ausgebildet.

Die besonders hohen (180—290^{mm}) Profile dieses Systems (Hartwich-Schiene Fig. 16 und 17 auf Tafel XIV) werden ganz ohne Unterlagen verwendet und sollen mit dem folgenden System in § 22 besonders abgehandelt werden.

G. Barlow-Schiene (Fig. 13 auf Tafel XIV) mit 250—300^{mm} breiter Basis ohne Unterlagen. (Siehe § 22.)

H. Zusammengesetzte Schienen, auf Querschwellen.

- **a. Zweitheilige.** Dieselben sind theils in Form von Stuhlschienen (Fig. 25 und 26 auf Tafel XI), theils in Form von breitbasigen Schienen (Fig. 35 und 36 auf Tafel XI) verwendet.
- **b. Dreitheilige, breitbasige** zusammengesetzte Schienen (Fig. 44 und 45, Tafel XI).

Die zusammengesetzten breitbasigen und Stuhlschienen kamen zuerst ums Jahr 1850 in Amerika zur Anwendung, obwohl dieselben schon früher (1845 und 1846) von Breithaupt in Bückeburg und F. Busse in Leipzig vorgeschlagen waren.[9])

Die zweitheiligen, breitbasigen und Stuhlschienen sind entweder mit Längsfugen im Kopfe (Fig. 25 und 35) oder mit nicht getrenntem Kopfe (Fig. 26 und 36) versehen.

---

8) Der eigentliche Erfinder dieser Schiene ist Robert L. Stevens, ein amerikanischer Ingenieur, welcher dieselbe im Jahre 1830 construirte. 1831 wurde sie zuerst gewalzt und auf der Camden- und Amboy-Bahn (New-Jersey) verlegt. (Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1875).

9) Breithaupt, über einen Verband der Eisenbahn-Schienen. Dingler's pol. Journ. 94. Bd., p. 351, 99. Bd., p. 321, und 100. Bd., p. 425.

Busse's, F., patentirte Construction der (dreitheiligen) Eisenbahnschienen. Polyt. Centralbl. 1846, 8. Bd., p. 62; Dingler's polyt. Journ. 98. Bd., p. 455; Deutsche Gewerbezeit. 1846, p. 271.

Bei den Schienen mit getrenntem Kopfe greifen gewöhnlich beide Theile mittelst eingewalzter Federn und Nuthen in einander und sind durch Nieten oder Schrauben in Entfernungen von 600—900^{mm} mit einander verbunden. Diese Construction bietet zwei wesentliche Vortheile: a. Jeder Stoss in dem einen Theile wird durch den andern Theil gut gedeckt, so dass die Regelmässigkeit in der Lage des Schienengestänges in hohem Grade erhalten wird. b. Während das Rad die Fuge in dem einen Theile überspringt, wird es durch den andern Theil gestützt, so dass auch aus diesem Grunde die Stösse sehr sanft ausfallen.

Dagegen haben diese Schienen auch den Nachtheil, dass zu viel Material in den beiden Stegen angehäuft ist, welches wenig zur Tragfähigkeit beiträgt; sie sind daher schwerer als einfache. Ausserdem sind die Herstellungskosten bedeutend höher, einmal wegen des doppelten Walzens und dann weil das Walzen sehr genau erfolgen muss, damit beide Theile ineinander passen.

Die zweitheiligen Schienen mit nicht getrenntem Kopfe bezwecken ebenso wie die dreitheiligen Schienen eine möglichst vollständige Deckung der Stösse und die Möglichkeit, den Kopf, welcher sich schneller abnutzt, für sich auswechseln und zu demselben ein besseres Material, insbesondere Stahl (Fig. 44 und 45) verwenden zu können.[10])

Der erstere Zweck wird nur unvollständig erreicht, da, wenn auch die rechtwinkelige Stossfuge der Oberschiene von den Unterschienen unterstützt wird, das Rad beim Passiren der Stossfuge doch keine Stütze findet. Ebenso geht der sonst sehr beachtenswerthe Vortheil, dass man den Kopf für sich auswechseln und zu demselben besseres Material verwenden kann, dadurch fast ganz wieder verloren, dass von vornherein eine viel grössere Menge Material als bei einfachen Schienen erforderlich wird. Nach Prof. Winkler[11]) würden die verschiedenen Schienen bei einer Tragfähigkeit von 6500 Kilogr. pro Rad ungefähr folgendes Gewicht haben:

Einfache Schiene	37	Kilogr. pro lauf. Met.
Schiene Fig. 45, Tafel XI . . .	51	- - - -
Schiene Fig. 36, Tafel XI . . .	65	- - - -
Latrobes Schiene Fig. 44, Tafel XI	77	- - - -

so dass 39 bis 108 Procent mehr Material erforderlich ist, als zur einfachen Schiene. Hiernach erscheint diese Art der zusammengesetzten Schienen als entschieden unzweckmässig.

In § 22 ist ersichtlich, wie in Verbindung mit dem eisernen Langschwellen-Systeme die Aufgabe, in die Fahrschiene möglichst geringes Gewicht zu stecken, glücklich gelöst ist.

I. Fahrschienen für das dreitheilige eiserne Langschwellensystem (Fig. 18—23 auf Tafel XIV) werden im § 22 näher besprochen.

§ 3. Zweckmässigste Schienenform. — Wenn heut zu Tage für eine Bahnlinie von bekannter Frequenz das Profil und Gewicht der zu verwendenden Schienen bestimmt werden soll, so ist der Ingenieur weniger in Verlegenheit als vor 20 Jahren. indem unter den verschiedenen Schienenformen, welche wir im vorigen § kennen gelernt haben, abgesehen von dem ganz eisernen Oberbau, nur zwei Schienenformen in Betracht kommen, welche ernstlich mit einander in Concurrenz treten können. Es sind

---

10) Vergl. Tappe, H. A., neue amerikanische Schiene (die Winslow-Schiene) im Organ 1852, p. 119 und 154, sowie Tappe, H. A., zusammengesetzte Schienen. Organ 1853, p. 193.

11) Vorträge über Eisenbahnbau. 1. Heft. 3. Aufl. p. 120.

dies, wie oben unter § 2 E bereits angedeutet, die Stuhlschiene mit symmetrischen Köpfen und die breitbasige Schiene.

Da die Schienen besonders auf Biegungsfestigkeit beansprucht werden und aus der Festigkeitslehre bekannt ist, dass ein auf Biegung beanspruchter Stab bei gegebener Tragkraft um so weniger Masse erfordert, je weiter man die Masse von der neutralen Achse entfernt, so erscheint es am zweckmässigsten, der Schiene die Form eines Doppel-T zu geben. Die Form der obern und untern Gurte wird durch Nebenumstände bedingt, durch die nöthige Breite und Wölbung der Schienenbahn, durch die Befestigung des Fusses auf den Schwellen, durch gute Lagerung in den Stühlen, Möglichkeit des Umwendens, Art der Stossverbindung etc. Aus Festigkeitsrücksichten empfiehlt es sich, die Höhe der Schiene möglichst gross zu nehmen; doch darf man mit Rücksicht auf die Stabilität, Leichtigkeit der Fabrikation etc. auch gewisse Grenzen nicht überschreiten.

Da ferner bei der Durchbiegung in einem bestimmten Querschnitt der eine Gurt auf Zug, der andere auf Druck beansprucht wird, und da das Schmiedeeisen dem Zuge und dem Drucke nahe gleichen Widerstand bietet, so sollen auch die beiden Gurte nahezu einen gleichen Querschnitt haben.

Da aber auch durch das Schwanken der Fahrzeuge etc. horizontale Drücke auf die Schienen einwirken, so müssen dieselben auch in horizontaler Richtung eine möglichst grosse Steifigkeit besitzen, obwohl in geringerm Maasse, als in verticaler Richtung.

In letzterer Hinsicht sind die breitbasigen Schienen den Stuhlschienen vorzuziehen und die Brückschienen die besten; indess genügt die Steifigkeit bei den beiden ersteren, so dass aus diesem Grunde allein die Brückschienen noch nicht zu empfehlen wären, wenn nicht andere Vorzüge für deren Anwendung unter bestimmten Verhältnissen sprächen (s. § 22). Ausserdem bietet das breitbasige Schienenprofil vor den Stuhlschienen den Vortheil, dass die Schienen direct auf den Querschwellen befestigt werden können und dass jenes System durch den Wegfall der Stühle bedeutend einfacher und ökonomischer wird.

Dagegen werden von den Vertheidigern des Stuhlschienensystems als Vorzüge desselben angeführt:

a. die Stuhlschienen sind leichter und etwas billiger zu fabriciren;
b. die Stühle, auf welchen die Schienen ruhen, erhöhen durch die breitere Basis, mit welchen sie auf den Schwellen befestigt sind, die Stabilität der Bahn;
c. die Stühle gestatten, die Schwellen tiefer in die Bettung zu legen;
d. die Stuhlschienen kann man nach allen Richtungen umwenden.

Letzterer Vortheil, dass man die Schiene nach Abnutzung des obern Kopfes umdrehen kann, ist lange Zeit überschätzt worden; denn theils drücken sich die Schienenstühle nach und nach in den untern Kopf etwas ein, so dass beim Umwenden eine unebene Bahn vorhanden ist, theils passt der durch die starken Einwirkungen der Räder flach gedrückte und abgenutzte Kopf nicht mehr genau in den Stuhl und die Schiene verliert an Widerstandsfähigkeit. Man hat nämlich beobachtet, dass bei den umgewendeten Schienen ungleich häufiger Schienenbrüche vorkommen, als bei den nicht gewendeten; man schreibt dieses theils dem Wechsel von Druck- und Zug-Spannungen zu, welchen die Schiene ausgesetzt war, theils auch dem Krystallinischwerden des obern Theils des Schienenkopfes, der in dieser Beschaffenheit, nach dem Fusse verlegt, weniger geneigt ist der Ausdehnung zu widerstehen.

Kurz das Umwenden wird heut zu Tage in der Praxis fast gänzlich verworfen, und hiermit verliert das Stuhlsystem seinen Hauptvorzug. Die Stuhlschiene findet daher immer weniger Anwendung. Auf den deutschen Bahnen hatte man sich von Anfang an mehr dem in der ersten Anlage schon billigern breitbasigen Schienensystem auf Querschwellen zugewandt und es ist dieses System eigentlich in Deutschland ausgebildet worden. Das Stuhlsystem wird auf den deutschen Bahnen in wenigen Jahren ganz verschwunden sein, da dasselbe gegenwärtig nur noch auf der Berlin-Potsdam-Magdeburger (vergl. Profil Fig. 21 auf Tafel XI), der Magdeburg-Leipziger (vergl. Fig. 22 auf Tafel XI), der Magdeburg-Halberstädter und der Taunus-Eisenbahn (vergl. Fig. 23 auf Tafel XI und Fig. 3 auf Tafel XII) auf deren ältern Bahnstrecken längs den ganzen Linien in Anwendung ist, während bei diesen Bahnen, welche die Stuhlschiene am längsten beibehalten, auf deren in neuerer Zeit erbauten Bahnlinien resp. auf deren zweitem Gleise ebenfalls die breitbasige Schiene eingeführt wurde. Es zeigt dies, dass die Vorzüge der letzteren jedenfalls überwiegend sind. In England und Frankreich ist dagegen das Stuhlschienensystem noch sehr verbreitet; obwohl in Frankreich die Ost- und Nordbahn die breitbasige Schiene schon längere Zeit fast ausschliesslich, und in neuerer Zeit auch die Orleansbahn (Centralnetz), und die Paris-Lyoner-Mittelmeerbahn für die Bourbonnais-Linie und für die Toulon-Nizzaer Bahn eingeführt hat.

§ 4. Höhe und Gewicht der Schienen. — Die Höhe der Schienen ist für deren Festigkeit von besonderer Wichtigkeit. In der ersten Zeit des Eisenbahnwesens, wo man nur leichte Locomotiven und geringe Geschwindigkeiten anwendete, waren auch nur Schienen von geringer Höhe nöthig. Mit Zunahme der Frequenz der Eisenbahnen, stieg das Gewicht und die Geschwindigkeit der Locomotiven und in Folge dessen auch die Höhe und das Gewicht der Schienen.

Die symmetrischen Stuhlschienen, welche auf den deutschen Eisenbahnen jetzt noch in Anwendung sind, haben eine Höhe von 117—129^{mm}; es sind dies namentlich a. die Schienen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn, ursprünglich (seit 1838) ganz symmetrisch, mit flacher Schienenbahn, später am Kopf (nach Fig. 21 auf Tafel XI) mit gewölbter Bahn etwas verstärkt, b. die Schiene der Taunusbahn, zuerst beim Bau der Bahn (1838) nach dem Profil Fig. 3 auf Tafel XII mit flacher Schienenbahn beschafft und später am Kopf mit gewölbter Bahn nach Fig. 23, Tafel XI bedeutend verstärkt, c. die Schiene der Magdeburg-Leipziger Bahn (Fig. 22 auf Tafel XI) seit dem Bestehen der Bahn (1839) angewandt und d. die Schiene Fig. 12 auf Tafel XIII von der Westfälischen Bahn (seit 1850), jetzt aber nur noch in Seitengleisen verwendet. Diese Art Stuhlschienen auf den französischen Hauptbahnen (wie Paris-Lyon, Orleans- und Westbahn) haben alle eine Höhe von ca 132^{mm}.

Die symmetrischen Stuhlschienen müssen bei gleicher Tragkraft eine etwas grössere Höhe erhalten, als die breitbasigen Schienen, und ist dies auch um so eher statthaft, da durch die Befestigung in den Stühlen die grössere Höhe auf die Stabilität von geringerem Einflusse ist.

Wie bereits früher erwähnt, wurden die breitbasigen Schienen anfangs auf Langschwellen befestigt, und sie erhielten dann die geringe Höhe von 65—75^{mm} (Fig. 27, Tafel XI). Diese Höhe wurde selbst bei den ersten breitbasigen Schienen mit Querschwellen beibehalten. Bald aber stieg dieselbe auf etwa 88—111^{mm}, welche Höhe bei vielen ältern deutschen Bahnen in Anwendung gekommen ist (Fig. 28 und 29 auf Tafel XI). Bei den neuesten Bahnen aber beträgt diese 120—135^{mm} (Fig. 32 u. 34 und 38—43 auf Tafel XI).

Von den deutschen Vereinsbahnen hatten im Jahre 1870 29 Bahnen mit im Ganzen 1308,5 Meilen Gesammtlänge Schienen über 130^{mm} Höhe.

31 Bahnen mit 1798,6 Meilen Länge hatten Schienen von 120—129,9mm Höhe.
16 Bahnen mit 493 Meilen Länge hatten Schienen von 110—119,9mm Höhe.
Bei 12 Bahnen mit 253 Meilen Länge betrug die Schienenhöhe 97—109,9mm.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. § 14. Für die Höhe der Schienen wird bei Querschwellen oder Steinwürfel-Oberbau ein Maass von nicht unter 125mm empfohlen.

§ 15. Die Schienen sollen 7000 Kilogr. bewegter Last pro Rad mit Sicherheit tragen können.[12])

Mit der Höhe der Schienen hat sich auch das Gewicht derselben vermehrt. Das Gewicht der ersten Stuhlschienen war 17—30 Kilogr. pro Meter; jetzt beträgt dasselbe 35—40 Kilogr. pro Meter.

Ebenso hatten die breitbasigen Schienen anfangs nur ein Gewicht von 25 bis 28 Kilogr. pro Meter; dasselbe ist bei den neuern Bahnen bis zu $37^1/_2$ Kilogr. gestiegen; die Schiene der Semmering-Bahn (Fig. 33, Tafel XI) wiegt selbst 42,6 Kilogr. pro Meter. Die Stahlschienen der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn (Fig. 34, Tafel XI) wiegen 30,6 Kilogr. pro Meter bei 120mm Höhe.

§ 5. Die Form und Dimensionen des Schienenkopfes. — Die Form des Schienenkopfes hat einen sehr grossen Einfluss auf die Unterhaltung der Radbandagen und auf die Dauer der Schienen selbst. Wenn es möglich wäre die Schienen und die Radreifen aus einem Material herzustellen, welches keiner Abnutzung unterworfen ist, so würde es am zweckmässigsten sein, den Schienenköpfen eine ebene Bahn und derselben eine dem Konus der Radkränze entsprechende Neigung zu geben, so dass sich Schiene und Radkranz auf der ganzen Breite der Bahn berührten. Es sind aber sowohl die Schienen, wie die Radreifen einer starken Abnutzung unterworfen und man beobachtet bei letzteren nach einiger Zeit des Gebrauchs, dass sich in der konischen Fläche des Radkranzes eine merkliche Hohlkehle gebildet hat. Da die Radreifen breiter sein müssen, als die Schienen, und in Folge der schlängelnden Bewegung der Wagen, des Spielraums zwischen Schiene und Radkranz und der Verstellung der Wagen in den Curven bald mit der einen, bald mit der andern Stelle auflaufen, so lässt sich dieser eintretende Uebelstand nicht vermeiden. Weil nun ausgelaufene Radreifen ohne Zweifel in den Zügen weit häufiger vorkommen, als neue, so ist es zweckmässig, der erwähnten Form derselben Rechnung zu tragen, indem man dem Kopf der Schienen eine angemessene Wölbung giebt.

Diese Wölbung darf aber nicht zu stark sein, ihr Krümmungshalbmesser muss den durchschnittlich, bei nicht zu stark ausgelaufenen Bandagen, vorkommenden Krümmungen entsprechen, damit das Rad bei normaler Lage in der Mitte der Schienenbahn aufruht.

Die ersten englischen Eisenbahnen hatten Schienen mit einer flachen ca. 60mm breiten Bahn; diese Form lieferte nothwendiger Weise sehr ungünstige Resultate, die Schienen nahmen durch die Abnutzung nach und nach selbst eine gewölbte Form am Kopf an. Man gab daher rasch die flache Schienenbahn auf und ging zu dem andern Extreme, zu einer starken Wölbung des Schienenkopfes über.

Versuche haben ergeben, dass es am vortheilhaftesten ist, der Schienenbahn eine Wölbung von 180—210mm Radius und zwar auf die Hälfte der ganzen Breite des Schienenkopfes zu geben; man kann die Schienenbahn selbst etwas flach machen, wenn die

---

12) Die Grundzüge für die Gestaltung der secundären Bahnen bestimmen über die Stärke der Schienen: § 13. Die Schienen sollen in der Regel eine Belastung von 5000 Kilogr. bewegter Last pro Rad mit Sicherheit tragen können.

Fläche nur nicht zu breit (höchstens 35mm ist, wie bei den Schienen der Schlesischen Gebirgsbahn (Fig. 40 auf Tafel XI) und wenn, wie bei diesen Schienen, die anstossenden Seitenränder nach einem hinlänglich grossen Radius (14—15mm) gekrümmt sind.

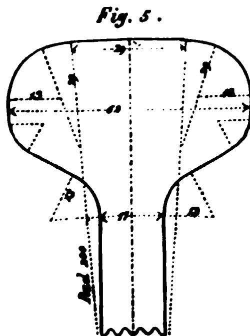
Der Radius der Wölbung vom Kopf der Schiene von der Bebra-Hanauer Bahn (Fig. 43 auf Tafel XI) beträgt 254mm und der von der neuen im Uebrigen fast ganz gleichen Schiene der Main-Weser Bahn sogar 285,7mm.

Dagegen sind die Wölbungen der Schienenköpfe von der Stuhlschiene der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn (Fig. 21 auf Tafel XI) = 100mm Radius, der birnförmigen Schiene von der Klosterkrug-Schleswiger Zweigbahn (Fig. 28 auf Tafel XI) = 96mm und der breitbasigen Schiene von der Niederländischen Rhein-Eisenbahn (Fig. 42 auf Tafel XI) = 90mm, offenbar zu stark und verstossen gegen die Bestimmungen der

Technischen Vereinbarungen des D. E. V. § 12. Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als 57mm breit sein und eine gewölbte oder gerade Oberfläche, im ersten Falle mit einem Halbmesser, welcher nicht unter 200mm beträgt, erhalten. — Bei Neubeschaffungen muss die seitliche Abrundung des Schienenkopfes einen Halbmesser von 14mm erhalten.

An die eigentliche Bahn der Schiene schliesst man zwei stärker gekrümmte Flächen für die beiden Flantschen an, da der Spurkranz der Räder in dem konischen Theil durch eine gekrümmte Fläche übergeführt wird. Der Radius dieser Uebergangsflächen vom Schienenkopf beträgt meist 12—15mm; bei einigen ältern Schienen, wie z. B. von der London-Dover Bahn (Fig. 2, Tafel XII), ist dieser Radius fast Null, was für die Erhaltung der Räder-Spurkränze sehr nachtheilig sein muss. Auf mehreren französischen Bahnen und auch auf einigen österreichischen (wie Süd-Nord-Deutsche Verbindungsbahn, Kaiserin Elisabeth-Bahn, Buschtiehrader Bahn etc.) hat man die Uebergangsfläche aus zwei Kreisbögen von ca. 20 bis 30mm und 10—15mm Radius zusammengesetzt. (Siehe Fig. 5 den Kopf des Schienenprofils der Französischen Nordbahn.) Die Breite des Schienenkopfes ist durch die Rücksicht auf die nöthige Festigkeit bedingt; sie beträgt bei den deutschen ausgeführten Hauptbahnen (mit geringen Ausnahmen) 57—64mm.

Fig. 5.



Bei 21 deutschen Bahnen mit im Ganzen 1145 Meilen Länge beträgt die Kopfbreite der Schienen über 60mm; 62 Bahnen mit 2749 Meilen Gesammtlänge haben Schienenköpfe von 56—59,9mm Breite, während nur 6 Bahnen mit zusammen 36,5 Meilen Länge Schienenköpfe unter 56mm Breite haben, die Nürnberg-Fürther Bahn hat solche nur von 50mm Breite und die schmalspurige Locomotivbahn Lambach-Gmunden (Fig. 37 auf Tafel XI) selbst nur von 39,5mm Breite.

§ 6. Form und Dimensionen des Steges und Fusses. — Der Uebergang des Kopfes zu dem Steg der Schienen soll zwei entgegengesetzten Bedingungen entsprechen; eines Theils kommt es mit Rücksicht auf die bessern Unterstützungen des Schienenkopfes und auf das Gelingen des Walzens darauf an, den Kopf allmählich in den Steg überzuführen, was entweder sehr sanft (wie in Fig. 21, 22 und 38 auf Tafel XI) oder weniger sanft (wie in Fig. 23, 31 und 40 auf Tafel XI) geschehen kann; andern Theils ist es mit Rücksicht darauf, dass durch möglichst weite Entfernung des Materials von der neutralen Achse ein grösseres Trägheitsmoment erzielt wird, sowie für

den festern Anschluss der Laschenverbindung zweckmässig, den Kopf ziemlich scharf vom Stege zu trennen (wie bei Fig. 32 und 43 auf Tafel XI).

Bei den in neuerer Zeit construirten Schienenprofilen hat man mit Recht auf die letztere Bedingung ein grösseres Gewicht gelegt und hat zugleich eine allmähliche Ueberführung des Steges nach dem Kopfe dadurch zu erreichen gesucht, dass man die früher meist constante Dicke des Steges aufgegeben, und denselben in der Mitte etwas schwächer gehalten hat, was der Festigkeitstheorie vollkommen entspricht. (Vergl. die Profile Fig. 32, 34 und 43 auf Tafel XI, sowie die von Herrn Professor Dr. Winkler vorgeschlagenen Normalprofile. Fig. 1 und 2 auf Tafel XVI.)

Die Kehle zwischen Steg und Kopf besteht bei den ältern Schienenprofilen aus einer concaven und einer convexen Curve, welche entweder direct (Fig. 17—20, 31 und 38 auf Tafel XI) oder an eine zwischenliegende Gerade tangiren (z. B. Fig. 29 und 40 auf Tafel XI). Je nachdem der Radius der concaven und convexen Curve grösser ist, oder beide Radien nahe gleich sind, unterscheidet man Schienen mit birnförmigem Kopf (Fig. 28 und 38 auf Tafel XI), mit wulstförmigem Kopf (Fig. 21 und 29 auf Tafel XI) und mit karniesförmigem Kopf (Fig. 17—20 und 31 auf Tafel XI). Ist die Lage der Tangente an dem Uebergange beider Curven mehr horizontal, so nennt man den Kopf scharf unterschnitten (Fig. 30, 33 und 39 auf Tafel XI). Zuweilen liegt zwischen der Schienenbahn und der Kehle eine ebene, verticale (Fig. 33, 34, Tafel XI), oder etwas geneigte (Fig. 23, 32, 42 und 43, Tafel XI), oder schwach gekrümmte (Fig. 30 und 39, Tafel XI) Fläche, um den Schienenkopf kräftiger und zugleich für die Laschenverbindung geeigneter zu machen. Mit Rücksicht auf diese jetzt ganz unentbehrlich gewordene Laschenverbindung giebt man der Kehle zwischen Steg und Kopf und ebenso auch zwischen Steg und Fuss in neuerer Zeit nur einen ganz geringen Radius meist 4 - 8^{mm}, und ebene Anschlussflächen von gleichem Neigungswinkel, wovon später in § 10 gesprochen werden soll.

Der Fuss der breitbasigen Schienen muss sowohl mit Rücksicht auf die leichtere Fabrikation, als mit Rücksicht auf die Festigkeit, am Rande eine geringere Dicke als in der Mitte erhalten; ebenso wie der Kopf ist auch der Fuss allmählich in den Steg überzuführen, ausserdem ist der Rand abzurunden.

Zur Berechnung der Dimensionen von Fuss und Steg kann man nach Professor Winkler etwa folgende Formeln annehmen:

Bezeichnet man die Höhe der Schiene mit h, die Breite des Kopfes mit b, die Kopfhöhe mit c, die Breite des Fusses mit b_1, die Dicke desselben am Rande mit δ und die ideale Dicke δ_1 in der Achse der Schiene, wenn man sich die obere Fläche des Fusses bis zur Achse verlängert denkt (Fig. 43 auf Tafel XI), sowie die Dicke des Steges mit d, so ist etwa anzunehmen:

Für Eisenschienen	Stahlschienen
$b = 0{,}46\ h$	$0{,}46\ h$
$c = 0{,}25\ h$	$0{,}25\ h$
$d = 0{,}115\ h$	$0{,}105\ h$
$b_1 = 0{,}85\ h$	$0{,}85\ h$
$\delta = 0{,}6\ d = 0{,}069\ h$	$0{,}063\ h$
$\delta_1 = 1{,}9\ \delta = 0{,}131\ h$	$0{,}12\ h$

Ist nun die Höhe:

	$h = 130^{mm}$	117^{mm}
so wird:	$b = 60{,}0^{mm}$	$54{,}0^{mm}$
	$c = 32{,}5^{mm}$	$29{,}0^{mm}$

Für Eisenschienen		Stahlschienen
$d = 15{,}0^{mm}$	. . . .	$12{,}5^{mm}$
$b_1 = 110{,}5^{mm}$	. . . .	$99{,}5^{mm}$
$\delta = 9{,}0^{mm}$	. . . .	$7{,}4^{mm}$
$\delta_1 = 17{,}0^{mm}$	. . . .	$14{,}0^{mm}$

Die **Technischen Vereinbarungen des D. E. V.** bestimmen § 14:

Für die Breite des Schienenfusses wird bei Querschwellen ein Maass von nicht unter 0,8, bei Langschwellen nicht unter 0,7 der Schienenhöhe empfohlen.

§ 7. Länge der Schienen und Einfluss der Temperatur. — Für die Ende September 1868 in München abgehaltene Eisenbahn-Techniker-Versammlung war die Frage: »Welche Länge der Schienen ist zu empfehlen und aus welchen Gründen?« aufgestellt. Diese Frage wurde von 49 Verwaltungen des deutschen Eisenbahn-Vereins beantwortet, aus deren Angaben als allgemein ausgesprochene Ansicht hervorgeht, dass sich zur Verminderung der Schienenstösse und damit zur Erzielung eines geringeren Kostenaufwandes für die Anschaffung von Stossbefestigungsmaterialien, sowohl bei der ersten Herstellung als auch bei der Unterhaltung, sowie zur Erzielung einer grössern Stabilität und ruhigern Fahrt und somit zur Schonung des Betriebsmaterials möglichst lange Schienen empfehlen, während gegen die Anwendung solcher sprechen:

a. die Schwierigkeit einer guten und nicht zu kostspieligen Fabrikation,
b. die erschwerte Handhabung beim Auf- und Abladen und Verlegen,
c. der verhältnissmässig grössere Zwischenraum, welcher zur Ermöglichung der Ausdehnung bei Temperatur-Veränderungen zwischen den Schienenköpfen zu belassen ist,
d. der grössere Verlust an Schienenmaterial bei der Auswechselung, in Folge einzelner schadhafter Stellen.

Es wurde daher bei der Versammlung in München folgender Beschluss gefasst:

»Nach den Beantwortungen vereinigen sich die meisten Ansichten auf Anwendung von Schienen mit einer Länge zwischen 6,5 und 7 Meter.«

Einzelne deutsche Bahnen, wie die Grossherz. Badische und Main Neckar-Bahn, verwenden mit Vortheil schon theilweise seit 10 Jahren Schienen von $7^m,5$ Länge und die Magdeburg-Halberstädter hat für die Berlin-Hannoversche Bahn, sowie die Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn für ihre neuen Linien Schienen von $7^m,53$ (= 24′ rhnl.) anfertigen lassen.[13])

Die **Technischen Vereinbarungen des D. E. V.** bestimmen:

§ 11. Die Schienen sollen aus gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 6^m verwendet werden.

---

[13]) Zur Verminderung der Zahl der Schienenstösse hat man es auch schon mehrfach versucht, zwei und drei Schienen in transportabeln Schmiedefeuern mit ihren Enden stumpf zusammen zu schweissen; auch war auf der letzten Londoner Industrie-Ausstellung (1861) als sehr interessanter Versuch ein zusammengelötheter Schienenstoss von Dering ausgestellt. Die beiden Schienen waren staffelförmig nahezu stumpf zusammengelöthet und hatten während 4 Jahren auf der Great-Northern-Bahn in einem frequenten Gleise gelegen, ohne dass eine Trennung oder wie die Besichtigung ergab, eine auffallende Abnutzung an der Löthstelle stattgefunden. Da aber bei Schienen von doppelter oder dreifacher Länge die Zwischenräume an den Stössen um so bedeutender werden müssen, so sind keine Vortheile hierdurch zu erlangen.

Seit Einführung der Bessemer-Stahlschienen, welche bei gleicher Tragfähigkeit den Eisenschienen gegenüber ein geringeres Gewicht haben, deren Dauer das 4fache der der letzteren übersteigt, deren Abnutzung bedeutend geringer und gleichmässiger ist, fallen die unter b. und d. aufgeführten Nachtheile hinweg, und man wendet jetzt auf vielen Bahnen, hauptsächlich auf solchen, welche den eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau eingeführt haben, Schienen von 9^{m} Länge an, hat sehr gute Erfahrungen damit gemacht und gefunden, dass diese Länge dem Walzen keinerlei Schwierigkeiten in den Weg legt, und dass in Rücksicht auf den geringeren Ausdehnungs-Coëfficienten des Stahls die geringfügige Vergrösserung der Temperatur-Zwischenräume weder bei dem oben erwähnten Oberbausysteme, noch bei dem mit Querschwellen nachtheiligen Einfluss aufzuweisen hat.

Von grosser Wichtigkeit sind die erforderlichen Zwischenräume am Schienenstoss, damit den Schienen gestattet werde, bei einer Erhöhung der Temperatur sich ausdehnen zu können, da sich sonst die Schienen wellenförmig biegen, die Befestigungen sich an den Unterlagen lockern, und die Wagenzüge in heftige Schwankungen versetzt werden.[14]

Bei dem Legen des Oberbaues hat man daher je nach der Länge der Schienen und der verschiedenen Temperaturgrade s. g. Dilatations- oder Temperaturbleche, von verschiedener Dicke, nach welchen die Zwischenräume an den Schienenstössen normirt werden, dieselben werden im VIII. Capitel § 6 ausführlicher besprochen.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. § 20. Die Befestigung der Stossverbindung muss den erforderlichen Spielraum für Temperatur-Veränderungen gestatten.

§ 8. Die Art und Lage des Stosses, sowie Neigung der Schienen. — Da der Zwischenraum zwischen den Schienenenden bei dem Uebergange eines Rades jedesmal einen starken Stoss verursacht, so hat man schon in der ersten Zeit des Eisenbahnwesens es vielfach versucht, denselben zu beseitigen oder wenigstens zu vermindern, indem man die Schienen nicht rechtwinklig abschneidet, sondern schief (Fig. 6), oder wie bei den gusseisernen Schienen nach dem Patent von Losh und Stephenson (siehe Fig. 2 auf p. 218), mit schräger Ueberlappung, so dass das Rad beim Ueberspringen des Zwischenraumes von einem Theil der nächsten Schiene unterstützt ist.

Fig. 6.

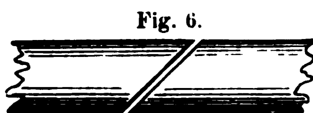


Fig. 7.

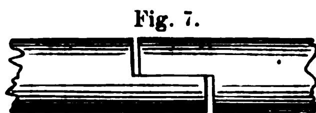


Fig. 8.

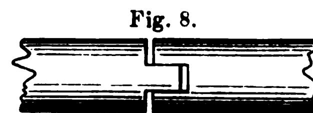


Fig. 7 zeigt noch eine Art des Schienenstosses, mit rechtwinkliger Ueberlappung, wie dieselbe bei den gewalzten Fischbauchschienen der Newcastle-Carlisle Eisenbahn und in ausgedehnter Weise (1844 und 45) bei den symmetrischen Stuhlschienen der Bayerischen Staatsbahn in Anwendung gekommen ist.

Diese complicirten und kostspielig herzustellenden Schienenstösse haben sich aber alle nicht bewährt, da die an den Enden geschwächten Schienen an diesen Stellen in den gusseisernen Stühlen ruhend, von den darüber rollenden Rädern wie auf einem Ambos gehämmert wurden, und dadurch sehr bald breit gedrückt und zerstört werden mussten.[15]

[14] Vergl. »Ueber zu enge Lage der Schienen auf den Zusammenstössen als Ursache bedeutender Schwankungen der Wagenzüge« von M. M. v. Weber im Organ 1846, p. 87.

[15] Vergl. J. Schmid, über das Breitwerden der Doppel-T-Schienen der kgl. Bayerischen Staatseisenbahn an ihren Enden. Eisenbahnzeitung 1850, p. 106 und Polyt. Centralblatt 1850, p. 1438.

Deshalb bestimmen die

Technischen Vereinbarungen des D. E. V. § 18. Die Schienen sollen an ihren Enden in einer zu ihrer Achse normalen Ebene abgeschnitten sein.

Weniger nachtheilig haben sich noch die Schienenstösse nach Fig. 6 und 7 gezeigt, wenn sie — wie dies häufig geschehen — bei Flachschienen in Anwendung kamen, da die geschwächten Schienenenden auf den Langschwellen eine elastische Stütze fanden. Es ist möglich, dass mit derartigen Schienenstössen mit rechtwinkeligen oder schrägen Ueberlappungen (nach Fig. 6 und 7), wenn damit heut zu Tage bei schwebenden Stössen Versuche angestellt würden, günstigere Resultate erzielt würden. Eine wesentliche Verbesserung des Schienenstosses kann vielleicht noch durch die neue Laschenconstruction von Währer (vergl. § 10 auf p. 241) erreicht werden.

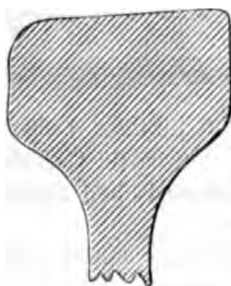
Der ebenfalls bei Flachschienen angewandte Schienenstoss Fig. 8 hat ausserdem den Zweck, das gegenseitige Verrücken der Schienenenden zu verhindern.

Die Anordnung der Stösse in den beiden Strängen kann entweder einander gegenüber oder abwechselnd erfolgen. Im ersten Falle nehmen die Fahrzeuge durch die gleichzeitig auf beide Räder einer Achse einwirkenden Stösse eine wogende und nickende Bewegung an, während sie bei Stössen, die auf halbe Schienenlängen wechseln, ausserdem noch eine stark schwänzelnde und wankende Bewegung annehmen, welche aber für die Passagiere unangenehmer ist, als die erste Art der Bewegung, und ausserdem einen etwas grösseren Widerstand und grössere Abnutzung verursacht. Demnach verdienen gegenüberliegende Stösse den Vorzug, obwohl die abwechselnden Stösse oder das Legen der Schienen in Verband in starken Curven noch häufig angewandt wird, um das Verschieben der Gleise im Boden zu verhindern.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. § 19. Die Stossverbindungen der beiden Schienen eines Gleises in gerader Linie sollen einander normal gegenüber angeordnet werden. In Curven ist das Legen der Schienen mit verwechseltem Stoss zulässig.

Um der Schienenbahn die dem Konus der Räder entsprechende schiefe Lage zu geben, kann man entweder unsymmetrische Schienen mit schiefer Bahn (Fig. 9, nach Daelen's Project) oder symmetrische Schienen mit schiefgestellter Achse anwenden. Die letzteren verdienen den Vorzug, weil im erstern Falle der schief wirkende Druck die Schienen zu verschieben und umzukippen strebt und weil es nicht möglich ist, die symmetrischen Schienen beim Schadhaftwerden des einen Wulstes umwenden zu können.

Fig. 9.



Die Neigung der Schienen und die damit im Zusammenhang stehende Konicität der Räder datiren beinahe von dem Ursprung der Eisenbahnen her, und sind diese Anordnungen fast allgemein eingeführt. Nur auf der kleinen Bahn von Paris nach Sceaux sind weder konische Räder, noch die Neigung der Schienen zu finden, ungeachtet dort eine grosse Anzahl sehr scharfer Curven vorkommen. Man hat daselbst die Fahrzeuge nach dem Arnoux'schen System mit von einander unabhängigen Rädern eingerichtet, und noch horizontal geneigte Räder innerhalb des Gleises seitlich von den Schienen zur Sicherung des Spurhaltens angebracht. Dieses System ist am Schlusse des II. Bandes (Cap. XVI, § 3) näher beschrieben.

Um diese Neigung bei symmetrischen Schienen herzustellen, wird die Achse gegen die Verticale $^1/_{16}$ bis $^1/_{20}$ geneigt.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. § 16. Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein und soll diese Neigung mindestens $^1/_{20}$ der Höhe betragen.

§ 9. Vortheile der Verwendung von Stahl- und cementirten Schienen bei Hauptbahnen. — Durch die Zunahme des Verkehrs auf sämmtlichen grössern Eisenbahnen wurden die Anforderungen an die Zug- und Transportmittel in hohem Grade gesteigert. Einestheils haben die Wagen ein grösseres Ladungsgewicht und mit diesem auch ein bedeutend grösseres Eigengewicht erhalten, anderntheils sah man sich genöthigt, auch die Locomotiven kräftiger und schwerer herzustellen, um die Zugkraft zu erhöhen, und gleichzeitig wurde auf den meisten Bahnen auch die Zuggeschwindigkeit vergrössert. Alle diese Momente konnten natürlich nicht ohne Rückwirkung auf den Oberbau der Bahnen bleiben und namentlich erlitten die eisernen Fahrschienen dadurch eine so bedeutende Abnutzung, dass man sich genöthigt sah, zu einem andern widerstandsfähigern Materiale zu greifen und statt der eisernen Schienen Stahlkopfschienen, cementirte Schienen [16]), Puddelstahl- und Gussstahlschienen zu verwenden.

Ueber die Grösse dieser Abnutzung, des Abfahrens der eisernen Schienen, hat Herr Oberingenieur Schmidt folgende Beobachtungen angestellt. Auf der zweiten Abtheilung der Sächsisch-Böhmischen Bahn wurden die Schienen, aus weichem mährischen Eisen bestehend, im Jahre 1864 ausgewechselt. Dieselben hatten 13 Jahre gelegen und es war diese Strecke die ersten 7 Jahre nur eingleisig befahren worden. Die angestellten Wägungen ergaben für die Abnutzung der Schienen, die in gerader Linie gelegen hatten,

8,4 Procent.

und für diejenigen, welche in Curven von 566 Meter Radius gelegen hatten,

12,3 Procent.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Betrieb auf der genannten Bahn bis zum Jahre 1864 ein verhältnissmässig geringer war.

Einen Beweis der grössern Dauerhaftigkeit der Stahlschienen liefert die auf der Schlesischen Bahn am Bahnhof Dresden liegende, 849 Meter lange Rampe mit der Steigung 1 : 55. Diese Strecke ist einer bedeutenden Abnutzung unterworfen, da auf derselben aufwärts jeder Güterzug mit drei schweren Maschinen befördert wird, während abwärts jeder Zug nur stark gebremst läuft. In Folge dessen fand früher auf diesem Tracte jedes Jahr eine $1^1/_2$- bis 2malige Auswechselung der gesammten eisernen Schienen statt. Seit Anfang Juli 1866 liegen auf der ganzen Rampe Gussstahlschienen und zwar zum Theil von J. Brown in Sheffield (1863) und von Hörde (1864) bezogen. Seit dieser Zeit ist bis zum Jahre 1868, obgleich der Betrieb sich wesentlich vermehrt hat, noch keine dieser Gussstahlschienen wegen Abnutzung ausgewechselt worden, so dass also in diesem Falle jede Gussstahlschiene bis zu dieser Zeit schon 3—4 Eisenschienen an Dauer übertroffen hat. Die Preisdifferenz der Schienen ist hiernach mehr wie ausgeglichen, da eine 18füssige der eben erwähnten Gussstahlschienen ca. 84 Mk., und eine solche Eisenschiene ca. 39 Mk. kostete.

Die Köln-Mindener Bahn hat nach einem im Organ 1876 p. 177 mitgetheilten Aufsatze des Herrn Geh. Regierungsraths Funk Versuche mit feinkorn-, cementirten- Puddelstahl- und Bessemerstahl-Schienen angestellt und gefunden, dass auf einer Strecke, auf

---

[16]) Die Fabrikation der Puddelstahl-, Gussstahl- und der Bessemer-Gussstahlschienen wurde im IV. Capitel genau beschrieben; über die Fabrikation der cementirten Schienen kann nur Weniges mitgetheilt werden, da dieselbe noch ein Geheimniss des Hüttenwerks Phönix in Laar bei Ruhrort ist, woselbst die cementirten Schienen allein in Deutschland gefertigt werden. Im Wesentlichen soll das Verfahren des Cementirens darin bestehen, dass Schienen aus vorzüglichem sehnigen Eisen fertig gewalzt, auf Länge geschnitten und adjustirt, mehrere Tage lang in einem besondern Ofen (Cementirofen) unter stetem Zusatz von Holzkohle geglüht werden, dabei sind diejenigen Theile, welche weich bleiben sollen, wie Fuss und Steg der Schiene, ganz in Sand eingehüllt. Der genügende Grad von Stahlbildung soll sich durch die Bildung von Bläschen an der Oberfläche des Kopfes zeigen.

welcher in den letzten 4 Jahren im Durchschnitt 1800 Achsen liefen, nach 10jährigem Befahren

a. von Feinkornschienen . . . 76,7 %
b von cementirten Schienen . . 63,3 %
c von Puddelstahl-Schienen . . 33,3 %
d. von Bessemerstahl-Schienen . 3,4 %

der verlegten Schienen ausgewechselt werden mussten.

Höchst schätzenswerthe und sehr interessante Versuche über die Festigkeit und das Verhalten der Gussstahlschienen hat der (frühere) Obermaschinenmeister der k. Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Herr Wöhler jetzt Eisenbahndirector in Strassburg angestellt. Zur Bestimmung der Elasticitätsgrenze wurden Schienenstücke in Abständen von 1,02 Meter unterstützt und in der Mitte belastet. Die Elasticitätsgrenze trat ein:

bei Feinkornschienen von der Königshütte bei 12050 Kilogr. Belastung per □",
bei Puddelstahlschienen von Funk und Elbers bei 14750 Kilogr. Belastung per □",
bei Gussstahlschienen von Krupp bei 19250—22400 Kilogr. Belastung per □".

Die Elasticitätsgrenze des Gussstahles lag demnach 1,4 bis 1,8, im Mittel 1,6mal so hoch, als die des Feinkorneisens. Die Gussstahlschienen wurden dann mit einer hydraulischen Presse zu brechen versucht, wobei der Abstand der Stützpunkte ebenfalls 1,02 Meter betrug. Eine Schiene wurde über den Fuss bis zu 130mm, eine zweite mit ca. 70000 Kilogr. Belastung über den Kopf bis zu 110mm und eine dritte bis zu 280mm seitlich gebogen, ohne dass ein Bruch eintrat, dabei zeigten sich nirgends Spuren von Einbrüchen. — Bei Versuchen über die Bruchfestigkeit von dem Ingenieur Lochner in Dresden waren die Schienen in einer Entfernung von 0,6 Meter unterstützt, und wurden in der Mitte zwischen den Stützpunkten durch eine hydraulische Presse über den Fuss zerbrochen. Der Bruch erfolgte bei Feinkornschienen von Neuschottland bei 37800 Kilogr. Belastung, während Krupp'sche Gussstahlschienen erst bei einer Belastung von 61950 Kilogr. brachen. Hiernach würde die Bruchgrenze ganz analog der Elasticitätsgrenze bei Krupp'schen Gussstahlschienen 1,6mal höher als bei Feinkornschienen liegen. [17])

Die Stahlschienen kamen zuerst bei den Ausweichschienen in Anwendung, da die Abnutzung dieser Theile des Eisenbahnoberbaues insbesondere sehr auffallend bemerkbar ist und die gute Instandhaltung jeder Bahnverwaltung bedeutende Auslagen verursacht. Diese Auslagen sind um so empfindlicher, als die einzelnen Schienenbestandtheile der Weiche zuerst einer kostspieligen Bearbeitung unterzogen werden müssen, um in einen gewissen Mechanismus umgestaltet zu werden, also nicht so ganz einfach — wie die schadhaft gewordenen Schienen einer currenten Bahn — ohne alle weitere mechanische Zurichtung blos ausgetauscht werden können. Dieses musste daher bald auf den Gedanken führen, das Material für die Weichen in bestmöglichster Qualität zu wählen, damit die daran verwendete kostspielige Arbeit durch die längere Dauer der Weichen vortheilhafter ausgenutzt werde. Stahl war daher als die nächst liegende Abhülfe erwünscht, allein es ist kaum 12 Jahre her, dass Stahlschienen für Eisenbahnen in grösserer Zahl erzeugt werden [18]), wie wohl man viel früher Stahlbandagen fabricirte.

Die günstigen Resultate, welche man mit Stahlschienen in den Weichen und stark befahrenen Rangirgleisen erlangte, veranlassten in den letzten Jahren viele deutsche Bahnen auf besonders frequenten Strecken der currenten Bahn Stahlschienen

---

17) Ueber die Verwendung von Gussstahlschienen, Vortrag des Ingenieur Lochner in der Sitzung des Sächsischen Ingenieur-Vereins am 16. August 1868, siehe Protocolle der 65. Hauptversammlung des Sächsischen Ingenieur-Vereins p. 30.

18) Versuchsweise wurden einzelne Gussstahlschienen schon früher fabricirt und verlegt, so namentlich im November 1843 auf der schiefen Ebene zwischen Rive de Gier und Givors auf der St. Etienne-Bahn, dieselben wurden in der Fabrik von Petin, Gaudet & Comp. fabricirt; Polyt. Centralbl. 1868, p. 316.

zu verlegen. Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn besass Ende 1869 bereits ca. 277,5 Kilom. Gleise mit Stahlschienen, wovon 45 Kilom. aus Bessemer-Stahlschienen, die übrigen aus Puddelstahl-Schienen bestanden; ebenso besass die Oberschlesische mit der Breslau-Posen-Glogauer Bahn Ende 1869 169,5 Kilom. Stahlschienen-Gleise, wovon 93,75 Kilom. mit Bessemer-Stahlschienen belegt waren, ferner die Köln-Mindener Bahn 123 Kilom. Gleise mit Bessemer-Stahlschienen.

In Betreff der Gussstahlschienen, die in den letzten Jahren auf mehreren Bahnen versuchsweise zur Verwendung gekommen sind, haben nur zwei Bahnen bei der Zusammenstellung der Beobachtungen über das Verhalten dieser Schienen gelegentlich der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung eine Auswechslung solcher registrirt und den Procentsatz des Abgangs bezeichnet. Es wurden auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn von 1266600 Kilogr. Krupp'scher Gussstahlschienen 0,0079 Procent und bei den Sächs. westlichen Staatsbahnen von 84400 Kilogr. Hörder Bessemer-Gussstahlschienen in drei Jahren 0,126 Procent als schadhaft ausgewechselt.

Es sind allerdings auf mehreren Bahnen theils beim Abladen, theils beim Biegen der Gussstahlschienen vor dem Verlegen, theils auch während des Befahrens mit den Zügen — jedoch meist an den Stellen, wo Einklinkungen an den Füssen angebracht waren — Schienenbrüche vorgekommen, es ist aber zu hoffen, dass es gelingen wird, die dem Gussstahle noch anhaftende Sprödigkeit, namentlich durch Verbesserung in der Fabrikation des Bessemergussstahls zu beseitigen, so dass derselbe bei geringerer Sprödigkeit dennoch die nöthige Festigkeit und Härte behält.[19])

Die 1874 in Düsseldorf abgehaltene Techniker-Versammlung hat über die Frage:

> »Welchen Ursachen sind die Schienenbrüche von Gussstahlschienen zuzuschreiben?«

verhandelt und folgenden Beschluss gefasst:

> »Als hauptsächliche Ursachen der Brüche von Gussstahlschienen sind zu bezeichnen:
> 1) zu sprödes Material;
> 2) äussere geringe Verletzungen der Schienen vor deren Verlegung, welche namentlich hervorgerufen werden:
>   a) durch kaltes Geraderichten mittelst scharfer Stempel gegen den Schienenfuss;
>   b) durch Einklinken des Schienenfusses und Stanzen der Löcher für die Laschenbolzen;
>   c) durch unvorsichtige Behandlung beim Abladen der Schienen mittelst Herabwerfen vom Wagen.
>
> Empfohlen wird:
> A. Sorgfältige Fabrikation und allmähliche Abkühlung der Schienen zur Vermeidung zu grosser Sprödigkeit.
> B. Anwendung von abgerundeten Richtstempeln, welche nicht gegen den Fuss, sondern gegen den Steg der Schienen zu setzen sind.

---

[19]) Die Oberschlesische Bahn bemerkt über das Verhalten der oben erwähnten 93,75 Kilom. Bessemerstahlschienen, dass bis ult. 1868 nur 4 Schienen (0,014% der sämmtlich verlegten Gussstahlschienen in den Klinkstellen gebrochen. Ausser diesen 4 Schienen sind noch mehrere beim Abladen von den Waggons in den Klinkstellen gebrochen. Das Abfeilen der Einklinkung hat gute Resultate ergeben.

C. Vermeidung der Einklinkungen und Bohren der Bolzenlöcher.

D. Vorsichtige Behandlung beim Abladen, so dass namentlich nicht Schienen auf Schienen geworfen werden.

Steht nun schon der Gussstahl als dauerhaftes und widerstandsfähiges Material über allen Materialien, so liegt ausserdem ein grösserer Vorzug der Gussstahlschienen vor allen aus Lamellen erzeugten Schienen noch darin, dass die Paquetirung ganz wegfällt und durch die Erzeugung aus einem Blocke alle die Fehler von Haus aus vermieden werden, die aus mangelhafter Schweissung verschiedener Materialien entstehen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, würden die in neuerer Zeit vielfach zur Verwendung gekommenen Stahlkopfschienen nicht zu empfehlen sein. Stahl und Eisen tadellos zu schweissen, erfordert eine ganz besondere Aufmerksamkeit und Fertigkeit; ferner kann es bei einer kleinen Drehung des Schienenpaquets beim Walzen leicht vorkommen, dass ein Theil des Eisens in den Schienenkopf gelangt und auf diese Weise eine fehlerhafte Schiene entsteht.[20] Diese Fabrikationsfehler, die nur durch besondere Sorgfalt vermieden werden, können bei der Herstellung von Stahlschienen gar nicht vorkommen.

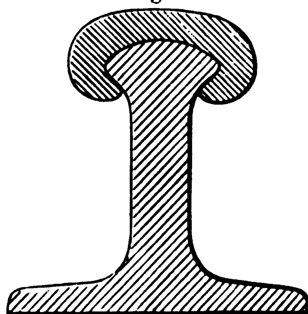
Die Auswechselung von Stahlkopfschienen auf den verschiedenen Bahnen ist nach der oben angeführten Zusammenstellung eine weit grössere gewesen, als die der Stahlschienen, und es werden hauptsächlich mangelhafte Schweissstellen, Lostrennung von Kopfplatten und Lostrennung des Kopfes vom Stege als Ursachen des Schadhaftwerdens angeführt.[21]

---

20) Vergl. Ueber beobachtete Defecte an Bessemer-Stahlkopf-Schienen im Organ 1868, p. 177.

21) Die Oesterreichische Südbahn besass Ende 1869 auf der Semmering- und Brenner Bahn auf Steigungen von 1 : 40 und 1 : 45 bereits 22,7 Meilen (170,874 Meter) Gleise mit Bessemer-Stahlkopf-Schienen, wovon die vor einigen Jahren verlegte kleine Partie von 582 Meter allerdings 15—54 % Abgang durch Ablösung der Kopfplatte ergaben, dagegen die später verlegten 170,252 Meter nur einen Ausschuss von 0,4130 % ergeben hat, unter letzterem sind nur 0,0113 %, welche wegen mangelhafter Schweissung der Stahlkopfplatte mit dem übrigen Theile der Schienen ausgewechselt werden mussten, der Rest von 0,3717 % wurde wegen anderer Mängel des Materials ausgewechselt. (Referate zu der V. Eisenbahntechniker-Versammlung.)

Fig. 10.



Wegen der schwierigen Fabrikation der Stahlkopfschienen und der ungünstigen Verwerthung des alten Materials davon, sind auch vielfache Versuche gemacht worden, den Stahlkopf für sich zu walzen und mit der Eisenschiene derart zu verbinden, dass der Kopf für sich ausgewechselt werden kann. So entstanden in Amerika die zusammengesetzten Schienen Fig. 36, 44 und 45, Tafel XI, wovon bereits auf p. 223 die Rede war. Eine Hauptbedingung bei den Schienen ist die, dass — um ein geringes Gewicht bei gleicher Tragfähigkeit zu erhalten — in jedem einzelnen Theile die Masse auf beiden Seiten der neutralen Achse möglichst weit von dieser entfernt werden muss. Diese Bedingung lässt sich aber hier nicht in so hohem Grade erfüllen, als bei den einfachen Schienen. Am besten wird sie noch bei der Schiene Fig. 45 erfüllt; jedoch ist hier die Festhaltung des Stahlkopfes eine zu unsichere. In neuester Zeit ist ebenfalls in Amerika die in Fig. 10 dargestellte Schiene mit aufgeschobener Stahlkappe ausgeführt, welche, wenn sich die Verbindung des Stahlkopfs mit der Eisenschiene bewähren sollte, eher dem Zweck entsprechen dürfte.

Diese von J. L. Booth in Rochester (Vereinigte Staaten) erfundene Schiene wird in folgender Weise hergestellt: Zuerst wird die Eisenschiene wie gewöhnlich gewalzt und auf Länge ge-

Die 1874 in Düsseldorf abgehaltene Versammlung der Techniker der deutschen E. B. Verwaltungen sprach sich über die Frage:

»Liegen neuere Erfahrungen über Schienen mit Fuss aus sehnigem Eisen und eingewalztem Bessemerstahlkopf vor?«

folgendermaassen aus:

»Da eine grosse Mehrheit der Verwaltungen, welche mit Bessemerstahlkopfschienen Versuche angestellt haben, sich für deren Verwendung ausgesprochen hat, so sind weitere Versuche und Beobachtungen umsomehr zu empfehlen, als eine Schiene mit Stahlkopf und sehnigem Eisen im Fusse dem Inanspruchnehmen des Materials im Kopfe und Fusse am Meisten entspricht. Sorgfältige Beobachtungen über die Ursachen der vorkommenden Schienenbrüche durch die Laschenlöcher werden empfohlen, sowie auch das Bohren der Laschenlöcher.«

Jedenfalls werden die Stahlschienen in der nächsten Zeit eine viel ausgedehntere Anwendung finden, da sich die Preise der Gewichtseinheiten des Eisens und Stahles höchstens wie 2 : 3, ihre Festigkeiten aber mindestens ebenfalls wie 2 : 3 verhalten, so dass die Stahlschienen viel schwächer ausfallen können und somit nicht mehr oder nur sehr wenig mehr kosten können, als die Eisenschienen, während sie eine 4- bis 5fache Dauer versprechen.

In Bezug hierauf hat Herr Professor Dr. Winkler das auf Tafel XVI in Fig. 2 dargestellte Normalprofil für Stahlschienen entworfen, das bei der Anlage von derartigem Oberbau alle Beachtung verdient.

Auf der 1874 in Düsseldorf abgehaltenen Techniker-Versammlung wurde über die Frage:

»Welche neuere Erfahrungen liegen über die Bessemer-Stahlschienen, insbesondere rücksichtlich der Einklinkungen oder des Ersatzes derselben zur Fixirung der Schienen, insbesondere auf Brems- und Gefälls-Strecken und bei schwebenden Stössen vor?«

verhandelt und folgender Beschluss gefasst:

»Die Bessemer-Stahlschienen zeichnen sich durch eine sehr langsame und gegen Schienen aus Eisen und Puddelstahl weit gleichmässigere Abnutzung aus, und versprechen eine lange Dauer, weshalb ihre Verwendung trotz vorgekommener Brüche zu empfehlen ist.

Nachdem die Ursachen der bei den verwendeten Bessemer-Stahlschienen eingetretenen Brüche wohl verschieden, immer aber in der Verwendung ungeeigneten Materials,

---

schnitten, ebenso wird die Stahlkappe auf die bestimmten Dimensionen und dieselbe Länge wie die Schiene ausgewalzt, hierauf wird sie etwas erhitzt und über den Schienenkopf geschoben, wonach das Ganze nochmals eine Walze passirt und die Seiten der Kappe dicht an die Schiene angepresst werden. Versuche mit dieser Schiene sind auf einer Zweigbahn der Pensylvania-Centralbahn gemacht und sollen sehr günstig ausgefallen sein. Durch die Last der darüber gehenden schweren Maschinen und Züge sollen die Stahlkappen immer fester an den eisernen Schienenkopf angepresst werden, so dass diese Schienen nach kurzer Zeit beim Anschlagen hell klingen und Stahlkopf und Schiene wie aus einem Stück gemacht erscheinen. (Vergl. Engineer vom 16. Octbr. 1868.)

und in Fehlern bei der Erzeugung, also in dem Mangel an ausreichender Vorsicht bei der Fabrikation gelegen sind, so sind namentlich mit Rücksicht darauf, dass diese Fehler in der Fabrikation durch die sorgfältigste Ueberwachung der Eisenwerke seitens der Bahngesellschaften nicht ganz hintangehalten werden können, Maassregeln gegen die liefernden Werke, etwa grosse Pönalien nothwendig, um dieselben zur grösstmöglichsten Vorsicht in der Wahl des Materials und zur sorgfältigsten Bearbeitung zu zwingen.

Ein Unterschied im Verhalten der Bessemer-Stahlschienen bei der Anwendung fester und schwebender Stösse ist nicht bemerkt worden, ebenso wie die Verwendung der Bessemer-Stahlschienen auf sehr starken Gefällen ausser einer grösseren Abnutzung keinerlei Anstände ergeben hat.

Einklinkungen der Bessemer-Stahlschienen sind thunlichst zu vermeiden.

Die bis jetzt behufs Vermeidung der Einklinkungen angewendeten Constructionen, bestehend in der Anbringung von Vorstossplatten, beziehungsweise Stosswinkeln, bez. Winkellaschen haben sämmtlich genügt, um eine wesentliche Verschiebung der Schienen hintanzuhalten. Wenn auch die bisherigen Erfahrungen noch nicht ausreichen, um eine der angewendeten Constructionen, als dem angestrebten Zwecke am meisten entsprechend, zur allgemeinen Anwendung zu empfehlen, so verdienen dieselben doch unbedingt den Vorzug vor der Anwendung von Einklinkungen.«

§ 10. Die Laschenverbindungen, deren Zweck, Form und Dimensionen. — Die schwächsten Punkte des Oberbaues sind im Allgemeinen die Stossverbindungen der Schienen. Beim festen Stosse drückt sich das Ende der Schiene, bevor das Rad dieselbe verlässt, immer etwas in die Unterlage ein, während die nächstfolgende nicht belastete Schiene ihre Höhenlage behält; hierdurch entsteht beim Uebergange des Rades von der einen Schiene auf die andere ein Stoss. Oder es drücken sich beim schwebenden Stoss die Unterlagen durch die Belastung in die Bettung ein und zwar diejenigen am stärksten, welche sich unter dem Rade befinden, und bringen eine verschiedene Höhenlage der aneinander stossenden Schienenenden hervor, welche die Ursache von Stössen auf die Räder wird.

Ferner ist die Unregelmässigkeit des Gleises die Veranlassung, dass öfters Schwankungen der Wagen, bald nach der einen, bald nach der andern Seite entstehen, welche einen horizontalen Druck auf die Schienen hervorbringen. Ein derartiger Druck entsteht durch die Einwirkung des Windes auf die Seitenflächen der Wagen [illegible] lie Centrifugalkraft in den Curven, wenn die Höhenlage der [illegible] u der sattfindenden Geschwindigkeit entsprechend ist. [illegible] auf die Schienen und einen Stoss unter die Räder [illegible] izontaler und verticaler Richtung) an der Fuge der

Zur Vermeidung dieser Stösse müssen beide Schienen gleichfalls zu einem Ganzen verbunden werden, so dass sich die Enden der Schienen weder in horizontaler noch verticaler Richtung gegeneinander verschieben können. Am besten wird dieses durch die sogenannte Laschenverbindung erreicht; dieselbe besteht aus zwei in die Kehle zwischen Kopf und Fuss genau passenden Eisenstücken (Laschen), die — je eins auf jeder Seite des Stegs — mittelst durchgehender Bolzen fest zusammengeschraubt werden und welche die dazwischen liegenden Schienenenden sowohl vertical als horizontal genau in der Richtung erhalten. Früher hat man, um denselben Zweck zu erreichen, selbst bei breitbasigen Schienen häufig Schienenstühle (wie bei Stuhlschienen) oder Unterlagsplatten angewendet, durch welche aber nur eine sehr unvollkommene Stossverbindung zu erzielen ist, wie später in § 14 und 16 näher erläutert werden soll.

Die Laschenverbindung der Schienen wurde zuerst von dem amerikanischen Ingenieur Trimble (1845) in Vorschlag gebracht und soll die Philadelphia-Wilmington-Baltimore Eisenbahn die erste gewesen sein, welche diese wichtige Construction bei ihrem Oberbau einführte.[22] Bei den deutschen Bahnen kam die Laschenverbindung zuerst (1848) auf der Köln-Mindener Bahn bei breitbasigen Schienen in Gebrauch und (1849) auf der Westphälischen Bahn bei Stuhlschienen in Form von Winkellaschen (letztere durch Oberbaurath Henz) in Anwendung.

Da man sich sehr bald überzeugte, dass die Laschen eine grössere Regelmässigkeit in dem Schienengestänge bewirken, dadurch den Widerstand und die Abnutzung der Schienen und Wagen vermindern, sowie die Annehmlichkeit des Fahrens erhöhen, so fanden dieselben sehr rasche Verbreitung und kamen bald bei allen deutschen Bahnen in Anwendung, obwohl die ältern Schienen an den Kehlen meist zu schlank und zur Anbringung von Laschen gewöhnlich nicht gut geeignet waren, und daher die Wirkung der Laschen eine geringere als bei eigens hierzu construirten Schienenprofilen sein musste.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. § 22. Zur Verbindung der Schienen an den Stössen wird eine kräftige Laschenconstruction mit mindestens 4 Schraubenbolzen als die beste Verbindungsart anerkannt.

§ 23. Auch bei der Stossverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von kräftigen Laschen zu empfehlen.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Laschenconstruction ist die Form der Anschlussflächen, an welchen sich die Laschen und Schienen berühren. Bei der Form der ältern Schienen — welche mit Rücksicht auf das thunlichst beste Auswalzen in den Umrissen aus schlanken und gefälligen Linien gebildet und wobei namentlich der Uebergang des Kopfes in die Mittelrippe sehr allmählich und birnförmig bewirkt wurde — sind die Anschlussflächen mehr vertical und es beruht dann der Erfolg der Laschen hauptsächlich auf der Bruch- und Abscheerungsfestigkeit der Bolzen. Solche Laschenverbindungen sind in Fig. 21 und 22, Tafel XI bei Stuhlschienen und in Fig. 29 und 38, Tafel XI bei breitbasigen Schienen dargestellt, ebenso zeigen die Fig. 1—7 auf Tafel XIII die verschiedenartigsten Profile von derartigen Laschen, deren Wirkung vorzugsweise darin bestand, dass sie die Verschiebung der Schienenenden vor einander besser verhinderten als die dagegen angewandten Stossplatten, welche dies allein nicht ermöglichen konnten, da sie erfahrungsmässig bald kanteten.

---

[22] Vergl. Trimble's verbesserte Methode, die Schienen an den Stössen zu befestigen. Eisenbahnzeitung 1845, p. 393.

Fig. 30 auf Tafel XI zeigt die Schiene mit Laschenverbindung der Frankfurt-Hanauer Bahn. Es war dies das erste Schienenprofil, welches (1853) vom ersten Verfasser dieses Capitels (Heusinger von Waldegg) mit besserer Vertheilung des Eisens und Rücksicht auf die Laschenverbindung mit scharf unterschnittenem Kopfe construirt wurde, so dass die symmetrische Lasche mit gekrümmten Anschlussflächen, an Kopf und Fuss, beide kräftig unterstützend, sich anschliesst.

Dieses Profil fand damals vielen Beifall und wurde von mehreren Bahnen, wie den Sächsisch östlichen und westlichen Staatsbahnen, der Leipzig-Dresdener, Thüringer Bahn etc. nachgeahmt, da bei dieser offenbar zweckmässigern als seitherigen Form für die Befestigung der Laschen ein vortheilhafter Uebergang des Stegs in den Kopf und Fuss ermöglicht wurde, obwohl dieselbe den Uebelstand hat, dass es schwer hält, die Höhe der Lasche ganz genau der Form der Schiene entsprechend anzufertigen, sobald dies aber nicht genau der Fall ist, schliesst die Lasche nicht vollkommen an Kopf und Fuss an.

Nach dem Vorgange der Main-Weser Bahn (durch Geh. Baurath Thomas 1856) wendet man daher jetzt grösstentheils ebene konische Anschlussflächen (Fig. 32, 42 und 43, Tafel XI) an.[23] Wenn hierbei nur die Neigung der Anschlussflächen in Lasche und Schiene genau übereinstimmt, so findet stets ein vollkommner Anschluss beider statt.

Da jedenfalls die Verschiebungen der beiden Schienen eines Stosses in verticaler Richtung von wesentlicherem Einfluss auf den unruhigen Gang der Fahrzeuge sind als die in horizontaler Richtung, so muss man die Anschlussfläche mehr nach der Horizontalebene neigen, als nach der Verticalebene. Der Neigungswinkel der Anschlussfläche gegen die Horizontalebene beträgt meist 25—30 Grad; man findet aber auch solche von 12—25 Grad. Unter 20 Grad sollte der Neigungswinkel nicht angenommen werden, da beim festen Anziehen der Laschenbolzen sich die Laschen leicht so fest klemmen können, dass bei Ausdehnung der Schienen in Folge Temperaturerhöhungen eine Verschiebung der Schienenenden zwischen den Laschen nicht möglich ist, das Gleis sich seitlich wellenförmig verschiebt und den Zug in sehr unangenehme und gefährliche Schwankungen versetzt. Das Schienenprofil der Schlesischen Gebirgsbahn (Fig. 40, Tafel XI) hat für die unteren Anschlussflächen der Laschen einen Neigungswinkel von 30 Grad, für die oberen aber 42 Grad, um einen bessern Uebergang des Steges in den Kopf zu erzielen. Wegen der verschiedenen Neigung der Keilebenen muss bei der Befestigung der Laschen darauf gesehen werden, dass die Laschen richtig an die Schienen angelegt werden. Jede Lasche hat deshalb auf der der Schiene zugekehrten Seite eine halbcylindrische Nath *a*, *a*, welche beim Anlegen der Lasche nach unten gerichtet werden muss.

Die französische Orleans-Centralbahn hat das ältere Profil der Schienen mit birnförmigem Kopf, um einen bessern Uebergang des Steges zu erzielen, beibehalten, indessen aber an den Schienenenden Einschnitte für Laschen mit ebenen Anschlussflächen durch eine besondere Maschine einfräsen lassen, um ein genaueres Schliessen der Laschen zu erlangen (Fig. 41 auf Tafel XI). Wegen der zu bedeutenden Kosten wurde aber dieses Verfahren wieder aufgegeben.

---

[23]) Die erste nach dieser Art construirte Schiene von der Main-Weserbahn ist fast genau mit dem Profil der Bebra-Hanauer Bahn Fig. 43 übereinstimmend, die Höhe dieser Main-Weserbahn-Schiene beträgt jedoch nur 117mm.

Bei der 1865 in Dresden abgehaltenen Versammlung deutscher Eisenbahntechniker wurde beschlossen:

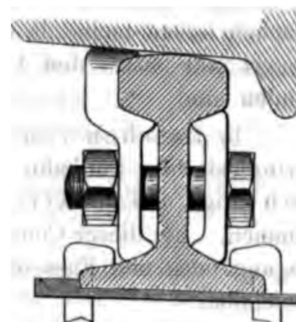
Mit Rücksicht auf die grosse Wichtigkeit einer soliden Laschenconstruction verdient ein nach einer geraden Linie scharf unterschnittenes Profil des Schienenkopfes vor dem schlanken birnförmigen Profile den Vorzug.

Die Querschnittsform der Laschen ist nach der verschiedenen Schienenform gleichfalls sehr verschieden; die abweichendsten Profile sind in den Fig. 1—17 auf Tafel XIII dargestellt und dabei ausser dem Namen der betreffenden Bahn auch die Länge und das Gewicht der Laschen bemerkt.

Um der Lasche für eine bestimmte Wirkung möglichst wenig Material zu geben, ist es für die Biegung in verticaler Richtung zweckmässig, die Masse möglichst weit von der horizontalen Schwerachse zu entfernen; demnach verdienen die Laschen, welche oben und unten dicker sind als in der Mitte, den Vorzug. Ebenso ist es für die Biegung in horizontaler Richtung vortheilhaft, das Material in jeder Lasche möglichst weit von ihrer verticalen Schwerachse entfernt zu legen, so dass in dieser Hinsicht die gekrümmten Laschen, oder die an der Innenfläche mit Absätzen versehenen die zweckentsprechendsten sind. Die Formen Fig. 9 und 11, Tafel XIII und Fig. 32, 42 und 43, Tafel XI dürften also wohl die zweckmässigsten sein.

Die 1870 von Währer in Vorschlag gebrachte und bereits mit günstigem Erfolg erprobte Laschenconstruction Fig. 11 (des nebenstehenden Holzschnitts) erlangt sicherlich noch eine grosse Bedeutung. Diese Construction hat hauptsächlich den Zweck, den Uebergang der Räder von einer Schiene zur andern ohne jeglichen Stoss zu ermöglichen. Zu dem Ende greift die äussere Lasche um den Schienenkopf noch herum und erreicht am Schienenstoss die Höhe des Schienenkopfes, während die beiden Enden dieser Lasche etwa 5mm unter dem Schienenkopf sich verflachen. Hierdurch kann das Rad nicht in die Oeffnung zwischen den Schienenenden niedersinken und es fallen die unangenehmen Stösse beim Uebergang von einer Schiene zur andern selbst bei ausgelaufenen Rädern weg, ferner wird auch das so häufig vorkommende Plattdrücken und Zerschlagen des Kopfes an den Schienenenden, sowie das Spalten des Stegs an den Laschenlöchern am wirksamsten durch diese Anordnung vermieden. Ausserdem wird dadurch die Laschenverbindung noch wesentlich verstärkt.

Fig. 11.



Eigenthümlich ist die anfängliche Laschenverbindung der Schienen auf der Lübeck-Büchener Bahn (Fig. 31, Tafel XI). Es ist blos eine, aber sehr kräftige Lasche, welche auch den Schienenkopf noch stützt und bis zu dessen Oberfläche reicht, an der Aussenseite angebracht; wenngleich diese einfache Verlaschung ihrem Zwecke ganz gut entsprach, so ist dieselbe jedoch gegenüber den gewöhnlichen Laschenpaaren in der Herstellung, theils durch das grössere Gewicht, theils dadurch kostspieliger, dass die Bolzenlöcher in dem 41mm starken mittleren Theil der Lasche nicht durchgestanzt, sondern gebohrt werden müssen.

Auf der Pariser Ausstellung von 1867 hatte der Ingenieur Dering zu Welwyn (Herfordshire) elastische oder Federlaschen (Fig. 13, 15 und 16 auf Tafel XIII) ausgestellt, die schon von der Londoner Ausstellung (1862) her bekannt waren und seit-

dem auf englischen und irländischen Bahnen eine ausgedehnte Anwendung gefunden haben sollen. Diese Federlaschen (Spring-Clip) sind aus gehärtetem Stahl fabricirt, und vorzugsweise bei Stuhl- und Brückschienen anwendbar, und umfassen den Fuss und Steg der Schiene. Dieselben werden zuerst auf das eine Schienenende aufgekeilt, dann wird die Nachbarschiene gelegt und die Lasche über den Stoss geschoben.

Ihre Länge ist $0^m,30$ bis $0^m,40$,
ihre Dicke 6 bis 9^{mm},
ihr Preis 3 Frc. 75 Cent. bis 4 Frc. 50 Cent.

Man bedient sich ihrer entweder als einzige Fugenverbindung, oder auch mit gleichzeitiger Benutzung eines Eisen- oder Federkeiles *a* (Fig. 16). Wenn gleich diese Stossverbindung sich durch ihre Einfachheit auszeichnet, indem sie blos aus einem einzigen Stücke besteht, während die gewöhnlichen Laschen eines Stosses 10—14 Bestandtheile zählen und auch eine bedeutende Widerstandsfähigkeit besitzt, so genügt sie doch nicht den Anforderungen, welche man heut zu Tage an eine gute Laschenconstruction stellt. Ausserdem ist sie auch bei breitbasigen Schienen am wenigsten wirksam, während sie bei Brückschienen, bei welchen die Stossverbindung die grössten Schwierigkeiten bietet, zu empfehlen ist.

Da die meistentheils angewendeten Laschen eine viel geringere Festigkeit haben, als die Schienen selbst, so sind vielfach verstärkte Laschen versucht worden, welche eine grössere Sicherheit gegen das Zerbrechen bieten.

a. Laschen von Desbrières (Fig. 18, Tafel XIII). Dieselben sind nur für Stuhlschienen und für zwischen den Schwellen liegende Stösse anwendbar; diese Laschen haben mehr als die doppelte Höhe, indem sie noch unter die Schienen verlängert und ausser den 4 Hauptlaschenbolzen *a* noch unterhalb mit 2 Bolzen *b* verbunden sind.

b. Laschen von Le Crenier (Fig. 17, Tafel XIII). Dieselben sind auf der portugiesischen Südbahn bei breitbasigen Schienen und Querschwellen von Eisenblech (Fig. 5, Tafel XIV), die in § 21 näher beschrieben werden, in Anwendung gekommen. Bei dieser Construction umfasst die Lasche mittelst einer scharfen Winkelbiegung noch den Fuss der Schiene und ist gleichfalls nur bei schwebenden Stössen anwendbar.

c. Winkellaschen bei Stuhlschienen (Fig. 12, Tafel XIII). Dieselben sind zuerst durch Henz (1851) auf der Westphälischen Bahn statt der gusseisernen Stühle in Anwendung gekommen und bilden neben der solidern Befestigungsweise auf den Schwellen zugleich eine sehr kräftige Stossverbindung. Die vielfach in Frankreich (bei der Paris-Lyoner-, Orleans-, West- und Ostbahn) in Verwendung befindlichen Stuhllaschen (Fig. 14, Tafel XIII) gehören auch hierher, bei denselben reichen die Grundplatten bis unter die Schienen, um eine möglichst grosse Basis zu erhalten. Im § 14 kommen wir nochmals darauf zurück.

d. Winkellaschen bei breitbasigen Schienen.

1. Winkellaschen der Braunschweigischen Eisenbahnen (Fig. 56, Tafel XIII). Diese Construction verleiht den Schienen eine grössere Stabilität. Sie hat in neuerer Zeit in England Nachahmung gefunden.

2. Winkellaschen der Leipzig-Dresdener Bahn (Fig. 24, Tafel XV). Bei dieser für schwebenden Stoss angewendeten Construction haben die äusseren Laschen eine andere Form als die inneren und ragen fast bis auf die Höhe des Schienenkopfs hinauf. Beide Laschen lehnen sich an die Nägel der Unterlagsplatten an, und haben

verschiedene Längen, die äusseren 530^{mm}, die inneren 470^{mm}, da die 3 Nägel (2 innere und 1 äusserer) jeder Platte versetzt sind.

3. Winkellaschen der Oesterr. Nord-West-Bahn (Fig. 13, Tafel XV). Diese Laschen sind in neuester Zeit beim eisernen 2theiligen Langschwellen-Oberbau, System-Hohenegger, zur Anwendung gekommen.

4. Winkellaschen der Bebra-Friedländer Bahn (Fig. 23, Tafel XV).[24] Die äusseren und inneren Laschen haben dasselbe Profil, eine Länge von 580^{mm}, eine Stärke in der Mitte von 30^{mm} und eine Totalhöhe von 100^{mm}. Das Gewicht einer Lasche ist 9,6 Kilogr.

5. Winkellaschen der Bergisch-Märkischen Bahn.[25] Diese Laschen sind denen der Leipzig-Dresdener Bahn (s. 2) ähnlich, sie reichen nur noch tiefer, fast bis auf die Schwellenoberkante hinab. Das Gewicht einer äusseren Lasche ist 14,25 Kilogr., das einer inneren 10,37 Kilogr. Diese Construction hat eine Länge von 650^{mm} und besitzt 6 Laschenbolzen.

6. Sandberg's tiefe Laschenverbindung, welche nur bei schwebendem Stoss anwendbar ist und aus Winkellaschen mit verticalen Platten bestehen, die 75^{mm} tief unter den Schienenfuss sich erstrecken, wodurch der Schienenstoss ganz wesentlich verstärkt werden soll. Vergl. Organ 1876, p. 151.

Auch in Amerika sind Winkellaschen auf verschiedenen Bahnen in Anwendung gekommen, welche öfters wie die der deutschen Bahnen, mit Einklinkungen für die Nägel versehen sind.[26]

Die zweckmässigste Länge der Laschen ist durch die Erfahrung ziemlich festgestellt: zu kurze Laschen von 300—380^{mm} Länge, wie sie früher häufig angewandt wurden, wirken wenig; durch Ueberschreitung einer gewissen Grenze (500—550^{mm}) in der Länge wird aber ebenfalls die Wirkung nicht erhöht. Je nach der Schienenhöhe wird man am besten eine Länge von 400—500^{mm} annehmen.

Von den deutschen Vereinsbahnen hatten (1870) 10 Bahnen mit zusammen 303,9 Meilen Bahnlänge Laschen unter 400^{mm} Länge.

Bei 25 Bahnen mit 814 Meilen Gesammtlänge sind die Laschen 401—450^{mm} lang.

Bei 43 Bahnen mit zusammen 2150,5 Meilen sind Laschen von 451—500^{mm} Länge in Anwendung.

Zehn Bahnen mit zusammen 546 Meilen Länge haben Laschen über 500^{mm} Länge.

Die Laschen auf den Deutsch-Oesterreichischen Bahnen sind auf $^1/_3$ der Gleislänge aus Puddelstahl und Bessemerstahl fabricirt, während die Laschen auf den übrigen Bahnstrecken aus Eisen bestehen.

Die Höhe der Laschen wird durch das Schienenprofil bedingt, die Dicke oben und unten durch die Breite der Anschlussflächen. Die Dicke in der Mitte wird man am besten zu 10—16^{mm} annehmen, um die Löcher durch Stanzen noch bequem herstellen zu können.

Nach Winkler (Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage p. 103) lassen sich die Dimensionen der Laschen, wie folgt, bestimmen, wenn mit h die Höhe der Schienen bezeichnet wird:

	bei Eisenschienen	bei Stahlschienen
Länge der Lasche	$3,54h$	$3,74h$
Laschendicke in der Mitte . .	$0,105h$	$0,112h$
Obere und untere Laschendicke	$0,153h$	$0,162h$.

Das Gewicht der Laschen ist je nach dem Schienenprofil und nach der Länge der Laschen sehr verschieden; für Hauptbahnen kann man dasselbe bei breitbasigen

[24]) Organ 1875, p. 8. — [25]) Deutsche Bauzeitung 1874, p. 106.

[26]) Wochenschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1876, No. 4.

Schienen zu $3^1/_2$ bis 5 Kilogr. pro Stück annehmen. Nach Winkler soll das Gewicht einer Lasche, wenn mit h_1 die Höhe der Schiene in Meter bezeichnet wird' betragen $= 2200 h_1{}^3$ bei Eisen-, und $= 2100 h_1{}^3$ bei Stahlschienen.

§ 11. Schwebende Stösse, deren Construction und Vortheile. — Man unterscheidet bei dem Einzel-Unterlagen- und dem Querschwellen-System zwei verschiedene Lagen der Stösse gegen die Schwellen: a. Feste Stösse, bei welchen der Stoss auf einer Unterlage sitzt (Fig. 21—24 auf Tafel XII) und b. schwebende Stösse, bei welchen der Stoss in der Mitte zwischen zwei Unterlagen liegt (Fig. 25, Tafel XII). Im letztern Falle müssen natürlich die Unterlagen nächst dem Stosse viel näher gerückt werden als die übrigen.

Die schwebenden Stösse sind zuerst bei Stuhlschienen (1853) in England aufgekommen. Die Schwierigkeit, die Laschenverbindung bei Stuhlschienen anzuwenden, ohne neue Stühle, die zur Aufnahme der Schienenenden mit den Laschen geeignet sind, anfertigen zu müssen, veranlasste den Versuch, den verlaschten Schienenstoss freischwebend zwischen zwei Stühle zu verlegen. Da das Ergebniss ein sehr günstiges war, so fand diese Methode bald Verbreitung und es wurden die Laschenverbindungen bei Stuhlschienen in dieser Weise fast allgemein in England angewandt.

Bei breitbasigen Schienen sind die schwebenden Stösse erst Anfangs des vorigen Jahrzehnts auf verschiedenen deutschen Bahnen versuchsweise in Ausführung gekommen. Ueberraschend war die Erzielung des ungleich sanfteren Uebergangs von einer Schiene auf die andere und der geringeren Unterhaltungskosten des Gleises gegenüber des mit festen Stossschwellen. Wenn aber einzelne Bahnen bisher weniger günstige Resultate mit schwebenden Stössen erreicht haben, so liegt dies einzig und allein daran, dass deren Schienenprofil, ungeeigneter Form wegen, eine gute und feste Verlaschung nicht zuliess.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen kamen auch die Fortschritte, welche mit der Anwendung schwebender Stösse auf den Vereinsbahnen gemacht wurden, zur Verhandlung.

Aus den Referaten zu dieser Versammlung und einigen Nachträgen im Organ 1869, p. 27 geht hervor, dass damals bereits 42 deutsche Bahnen auf ca. 760 Meilen die schwebenden Stösse mit dem günstigsten Erfolge anwendeten; auf 23 von diesen Bahnen waren die schwebenden Stösse zum Theil durchgängig bereits eingeführt, zum Theil in der Ausführung begriffen; auf 10 Bahnen waren grössere Versuchsstrecken und auf 9 Bahnen kleinere Versuche damit ausgeführt.

Auf der Techniker-Versammlung, welche im September 1874 in Düsseldorf abgehalten wurde, sprachen sich die meisten Eisenbahn-Verwaltungen entschieden, auch rücksichtlich der Erhaltungskosten zu Gunsten der Construction der Stossverbindung mit schwebendem Stosse aus, und erklärten, dass es nach den bisherigen Erfahrungen nicht anzunehmen sei, dass starke Gefälle (selbst 1:40) den Bruch der Laschen beim Stosse begünstigten.

Die Laschenenden beim schwebenden Stoss liegen bei allen Bahnen auf den Schwellen auf, ohne jedoch das Schwellenmittel zu erreichen. Die angewandten Laschenlängen differiren zwischen 394 und 566^{mm}. Das Mittel beträgt 480^{mm}. Bei den meisten mit kräftigen Stossverbindungen versehenen Laschen beträgt die Entfernung der Schwellen am Stosse zwischen den Auflageflächen 340 bis 400^{mm}. Das wegen Unterstopfen der Schwellen nothwendige Minimum der Schwellenentfernung im Lichten ist zu 340^{mm} anzunehmen.

Bei einigen Bahnen liegen die Mittelschwellen in gleichen Entfernungen, bei andern vergrössern sich diese Entfernungen gegen die Schienenmitte.

Die Ansicht aller Bahnen, welche schwebende Stösse haben, geht dahin, dass bei Anwendung derselben eine kräftige Verlaschung erforderlich sei, wozu ein scharf unterschnittenes Schienenprofil und eine genügend lange durch starke Schrauben angezogene Lasche gehört. Auf allen Bahnen mit schwebenden Stössen sind 4löcherige Laschen im Gebrauch.

Der § 24 der **Technischen Vereinbrungen** lautet:

Bei einer kräftigen Laschen-Construction ist die Anwendung schwebender Stösse zu empfehlen.

Die den Schienenstössen zunächst liegenden Schwellen sollen denselben so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.

Als Vortheil der schwebenden Stösse wird in fast übereinstimmender Weise von den Bahnen, welche solche Stösse angewendet haben, Folgendes angeführt:

1. Es findet ein sanfteres Fahren statt, in Folge dessen sowohl der Oberbau, als die Betriebsmittel weniger leiden.

Diese Erscheinung erklärt sich daraus, dass die Schienenenden, welche wegen des stets vorhandenen Zwischenraumes und häufig vorhandener Höhendifferenz der Schienenköpfe stets Stösse von den Rädern erhalten, beim schwebenden Stosse mehr nachgeben können, als bei dem festen Stosse (welche auf Stossschwellen liegend, besonders wenn sie mit Unterlagsplatten versehen sind, wie auf einem Ambos gehämmert werden).

2. Die Schienenköpfe halten sich an den Enden besser; die Laschen sitzen fester; die Befestigungen der Schienen auf den Schwellen werden nicht so leicht lose; die dem Stosse zunächst liegenden Schwellen werden mehr geschont; es findet, selbst wenn Stossplatten dort nicht vorhanden, ein Einfressen der Schienen nicht statt; die Stossschwellen bleiben besser in richtiger Höhe und die Gleisunterhaltung ist geringer, als dies bei festen Stössen der Fall ist.

Bei dem Oberbau mit festen Stössen erleiden bekanntlich (besonders bei Strecken, die nur in einer Richtung befahren werden) die Schienenenden, auf welche das Rad aufläuft, bald Verdrückungen und Beschädigungen; diese Enden werden, auch bei guter Verlaschung, bald etwas tiefer eingedrückt und es findet ein Kanten der Schwelle um die Längsachse statt; die Stossschwellen werden gelockert und die nächsten Schwellen in Mitleidenschaft gezogen. Bei schwebenden Stössen werden, weil dieselben nachgiebiger sind und weil die Unterstützung derselben durch zwei Schwellen besser und vollständiger ist, als durch die eine feste Stosschwelle, die obigen nachtheiligen Einwirkungen erheblich herabgemindert. So z. B. erwähnt die mit schwebenden Stössen versehene Lübeck-Büchener Bahn, dass die wegen Beschädigung an den Köpfen ausgewechselten Schienen nur 10 % der Gesammtsumme der ausgewechselten Schienen betragen.

3. Der Stoss hat dieselbe Sicherheit, wie der auf fester Stossschwelle, und die Gleise halten ebenso gut die Richtung, wie die mit festen Stössen versehenen. Auch haben sich in Curven von kleinen Radien bei gehöriger Befestigung selbst mit Stossplatten keine nachtheiligen Veränderungen der Gleislagen gezeigt.

Die Lübeck-Büchener Bahn erwähnt 12 Laschenbrüche, welche während 3 Betriebsjahre unter 34500 Puddelstahllaschen vorkamen, wobei indessen nur immer eine Lasche der Stossverbindung gebrochen war, und führt sie auf schlechte Beschaffenheit des Materials zurück.

Die Berlin Stettiner Bahn hat auf der 34491 Meter langen Strecke Neustadt-Wriezen während $1\frac{1}{4}$jähriger Dauer der Benutzung 123 Stück Schienen ausgewechselt, weil sich an diesen Längsrisse durch die Laschenlöcher zeigten; sie bemerkt aber, dass es fraglich sei,

ob der Grund dieser Erscheinung in der mangelhaften Fabrikation der Schienen, in der häufigen Versackung des Gleises, oder in der Anwendung des schwebenden Stosses zu suchen sei.

Die Leipzig-Dresdener Bahn hat in Curven von 1133^{m} Radius bei kiefernen Schwellen, welche alt und schadhaft geworden und daher Verdrückung der Schienennägel zuliessen, Gleiserweiterungen beobachtet, solche aber durch Anbringung von 5 Unterlagsplatten unter der äussersten Schiene beseitigen können. Eines gleichen Falles erwähnt die Hannoversche Staatsbahn.

4. Die Schienenauswechselung bei schwebenden Stössen ist geringer als bei festen Stössen.

Hierin vereinigt sich das Urtheil der Mehrzahl der Bahnen, welche schwebende Stösse angewendet haben.[27])

Die Techniker-Versammlung in München nahm hiernach folgenden Beschluss an:

»Die Ausführung der schwebenden Stösse kann dringend empfohlen werden, wobei in Betreff der Construction Folgendes zu beachten ist:

a Die Form der Schienen, Laschen und Schraubenbolzen muss eine vollkommen haltbare und durchaus feste Verlaschung ermöglichen;

b. in gerader Linie genügt das Nageln mit zwei Nägeln für jede Schiene auf den dem Stosse zunächst gelegenen Schwellen, in Curven von kleinerem Radius sind zunächst dem Stosse Unterlagsplatten zu empfehlen; die Zahl der Platten ist von dem Material der Schwellen, ob Eichenholz oder Nadelholz, abhängig.

c. Einklinkungen der Schienen erscheinen — um die Verschiebungen des Gleises zu verhindern — wünschenswerth; bei eingleisigen Bahnen würden sie am ersten zu entbehren sein.«

§ 12. Befestigung der Laschen, Form und Befestigung der Bolzen. — Die ersten Laschen wurden mit Keilbolzen befestigt, jetzt kommen dazu meist Schraubenbolzen in Anwendung. Auf Empfehlung Heusinger v. Waldegg's, sind bei der Laschenverbindung der von ihm construirten Schiene (Fig. 30, Tafel XI) der Frankfurt-Hanauer Bahn (1853) Niete von sehr weichem Eisen verwendet worden, die noch jetzt auf dieser Bahn in Anwendung sind und sich vollkommen bewährt haben. Diese Niete ist nicht nur bei der ersten Anschaffung, sondern auch bei der Unterhaltung bedeutend billiger als die Schraubenbolzen; auch werden jene weniger leicht locker. Durch Verstemmen des einen Nietkopfs lässt sich ein Lockerwerden sehr leicht wieder beseitigen. Auf anderen Bahnen (wie namentlich der

---

[27]) Die Rheinische Bahn führt ferner an: »Besondere Bewährung und grossen Vorzug hat die Construction des schwebenden Stosses endlich in den Weichengleisen gezeigt, insofern die Schienen- und Schwellentheilung sehr viel bequemer sich gestaltet; es ist dabei allgemein von der bisherigen Gewohnheit, die Stösse des geraden und die des Weichenstranges zu verwechseln, der bequemeren Schwellenvertheilung wegen, abgegangen, die Schienenstösse beider durcheinander liegender Gleise — ja sogar drei Gleise bei dreistelligen Weichen — vielmehr durchweg zwischen denselben Schwellen angeordnet, ohne dass selbst bei stark befahrenen, in Hauptgleisen liegenden Weichen, ein Nachtheil sichtbar geworden wäre. Diese Anordnung ermöglicht eine leichte Auswechselung grösserer Weichentheile, erleichtert überhaupt das Verlegen der Weichen und macht die Vertheilung der Schwellenlage um Vieles bequemer.«

Thüringer Bahn), wo diese Art Laschenbefestigung auch eingeführt, jedoch weniger weiches Eisen zu den Nieten verwandt wurde, hat man nicht so günstige Resultate erzielt und dieselbe wieder aufgegeben. Als Nachtheil wurde angeführt, dass das Auswechseln einer Schiene länger aufhält und mehr kostet, weil der Nietkopf abgehauen werden muss, die Niete also den Werth des alten Eisens erhalten.

Die Erfahrungen auf der Frankfurt-Hanauer Bahn [28]) weisen jedoch nach, dass gerade die Niete, welche noch nicht die Hälfte der Schrauben kosten, in der Unterhaltung viel billiger als letztere sind, wenn auch eine einzelne Niete abgehauen und nur als Alteisen verwerthet werden kann; auch geht das Auswechseln der Schienen bei Nieten ebenso rasch, als bei Schraubenbolzen, indem mit wenigen Schlägen mittelst eines Meissels die Nietköpfe einer Laschenverbindung in derselben Zeit abgesprengt werden können, als zum Losschrauben der Muttern erforderlich ist. Jeder Bahnwärter ist mit einigen Reserveschraubenbolzen versehen, mit welchen die Laschen an der ausgewechselten Schiene provisorisch befestigt werden; von Zeit zu Zeit durchgeht dann ein Schlosser mit einer transportablen Feldschmiede die Bahnstrecke, um die zu ergänzenden Vernietungen an den Laschen vorzunehmen.

Bei den fast allgemein in Anwendung befindlichen Schraubenbolzen sind in Betracht zu ziehen:

a. Die Dicke der Bolzen. Die zweckmässigste Stärke liegt zwischen 20 und 25^{mm}. (Vgl. Parson's elastische Laschenbolzen p. 249.)

b. Die Form der Bolzenköpfe. Dieselbe ist eine sehr verschiedene, bald die eines Quadrats (Fig. 20 und 25, Tafel XIII), oder eines sechsseitigen Prismas (Fig. 19 und 56); bald die einer Halbkugel oder eines Kugelabschnitts (Fig. 21, 29 und 30), eines halben Ellipsoids (Fig. 22 und 21), oder eines Halbcylinderabschnitts (Fig. 26). Noch andere Formen sind aus den Fig. 23 und 27, Tafel XIII zu entnehmen. Die Gestalt des Kopfs ist an und für sich von geringem Belang; von Wichtigkeit sind jedoch die Vorkehrungen zur Verhinderung des Drehens der Bolzen beim Anziehen der Muttern, welche bestehen: 1. Bei vier- und sechseckigen Köpfen mit ganz cylindrischen Bolzen darin, dass diese Ecken an die vorspringenden Flächen der Laschen (Figur 38 und 40, Tafel XI und Fig. 34, Tafel XIII) stossen. Sind derartige Laschen nicht angewendet, so muss das Festhalten des Kopfes durch einen zweiten Schraubenschlüssel erreicht werden. 2. Bei runden vorspringenden und versenkten Köpfen darin, dass man den Bolzen nächst dem Kopfe vierkantig oder oval (Fig. 19, 21 und 23, Tafel XIII) gestaltet, oder ihn mit einer oder zwei pyramidalen oder prismatischen Nasen (Fig. 22, 24 und 30) versieht, wobei natürlich die Bolzenlöcher in der einen Lasche eine entsprechende Form haben müssen. Unvortheilhaft sind die grossen viereckigen Köpfe neben dem quadratischen Ansatz des Bolzens wie bei Fig. 25 auf Tafel XIII, da die kleineren Kugelabschnitte etc. in Fig. 21 und 24 vollkommen genügen.

c. Die Schraubenmuttern werden am besten sechseckig gemacht und deren Höhe so gewählt, dass sie von 12—13 Schraubengängen getroffen wird, die Muttern müssen auf den Bolzen gut schliessen. Die deutschen Vereinsbahnen haben auf etwa $^{1}/_{5}$ der Bahnstrecken viereckige Muttern, die jedoch nicht so bequem anzuziehen sind, als sechseckige.

d. Die Schraubengänge wählt man am besten (übereinstimmend mit der Withworth'schen Scala) so, dass 4—5 Gänge auf 1 Centimeter Länge kommen; dieselben müssen möglichst flach, aber scharf ausgeschnitten sein.

---

[28]) Wie kann die seitherige Schienenstossverbindung mit Laschen bei Eisenbahnen einfacher, solider und billiger hergestellt werden? Von Heusinger von Waldegg. Zeitung des Vereins D. E.-V. 1862, p. 661.

Mittel zur Verhinderung des Losdrehens der Schraubenmuttern. In Folge der vielen Erschütterungen, denen die Laschenschrauben ausgesetzt sind, lösen sich die Muttern oft und veranlassen ein Aufhören der Wirksamkeit der Laschen zum grossen Theil. Um das Losewerden möglichst rasch zu erkennen, resp. zu verhüten, bringt man meist die Muttern an der äussern Seite des Gleises an (bei $^2/_3$ der deutschen Vereinsbahnen) und hält dann die Bahnwärter an, auf der einen Seite des Gleises ihrer Bahnstrecke hin- und auf der andern zurückzugehen, um die Muttern zu revidiren und anzuziehen. Bei andern Bahnen, auf denen die Muttern auf der innern Seite angebracht sind, hat man den Bahnwärtern vorgeschrieben, im Gleise gehend, die Revision vorzunehmen, um auf demselben Wege die Muttern an beiden Schienensträngen überblicken zu können. Zur Verhütung des Lockerns hat man mancherlei künstliche Mittel zum Festhalten der Muttern angewendet:

1. Gegenmutter, welche in einer zweiten aufgeschraubten, gewöhnlich etwas niedrigeren Mutter besteht (Fig. 25, Tafel XIII). Da sich die erste Mutter nicht losdrehen kann, ohne die zweite Mutter mit zu drehen, so muss erstere auch noch die Reibung in den Gängen der zweiten Mutter mitüberwinden, welche durch die Spannung der beiden aufeinander reibenden Mutterflächen erhöht wird. Dieses Mittel hat keine grosse Wirksamkeit und ist daher auch nur bei wenigen Bahnen in Anwendung und hier gewöhnlich nur auf den beiden mittleren Schrauben, da das Losewerden dieser Schrauben nachtheiliger ist, als das der äusseren.

2. Gegenmutter mit linken Schraubengängen. Ein viel vollkommneres Festsitzen wird erreicht, wenn man der Gegenmutter ein linkes Gewinde giebt, während die Hauptmutter ein rechtes Gewinde hat. Noch wirksamer ist dieses Mittel, wenn man beide Muttern nach dem Anziehen durch eine aufgeschobene Blechhülse verbindet, wie dies bei der Strauch'schen Construction (Fig. 30, Tafel XIII) der Fall ist. Die zwischen den Muttern liegenden Blechringe *a* federn etwas und gestatten es, dass der Gegenmutter nach dem Anziehen genau dieselbe Lage (zur Ermöglichung des Ueberschiebens der Hülse) gegeben werden kann, wie der Hauptmutter. Ein Stift *b* hält die Blechhülse *c* fest. Diese Construction wurde auf den Hannover'schen Bahnen angewandt, hat sich zwar als sehr wirksam erwiesen, ist aber viel zu complicirt.

3. Vorsteckkeile (Fig. 22 und 24 auf Tafel XIII), welche bei verschiedenen Bahnen in Anwendung gekommen, sind auf 3 Bahnen als zweckentsprechend befunden, während 2 Bahnen keinen wesentlichen Erfolg zu registriren haben.

4. Laschenschrauben mit Stiften und Differentialbewegung (Fig. 29 auf Tafel XIII). Diese von Lucas angegebene Methode besteht darin, einen Stift oder eine Feder *a* in eine Nuth zu schieben, welche sich halb in der Mutter, halb in der Schraube befindet, zugleich ist aber die Anordnung getroffen, dass die Anzahl Nuthen in der Mutter und an der Schraube nicht gleich, sondern um Eins verschieden ist. Wollte man bei $^1/_6$ Umdrehung den Stift einstecken können, so könnte dies bei 6 Nuthen geschehen, es genügt indessen, 2 Nuthen in der Schraube und 3 Nuthen in der Mutter anzubringen. Wichtig ist es, dass die Feder oder der Stift nicht eingeschlagen, sondern willig gehend mit der Hand eingesteckt wird. Lässt man dann die Mutter etwas zurückgehen, so ist der Stift wie in einem Schraubstock eingeklemmt, und geht nicht los, da die Mutter, beim Bestreben zurückzugehen, ihn immer fester klemmt. Diese Einrichtung ist auf verschiedenen französischen Bahnen

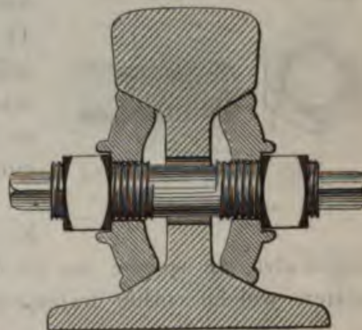
und auch auf der Braunschweig'schen Eisenbahn versucht und hat sich als vorzüglich bewährt.

5. Elastische Unterlagsscheibe nach Paget (Fig. 31 auf Tafel XIII). Scheiben von Stahl sind in eine solche Form gepresst, dass sie sich beim Anziehen der Mutter stark zusammendrücken, wodurch sie eine starke Reibung zwischen Mutter und Gewinde erzeugen. — Sie sollen sich in England bei der Metropolitan-Bahn gut bewährt haben; soviel uns bekannt, hat dieses einfache Mittel bei deutschen Bahnen noch keine Anwendung gefunden.

6. Parson's elastische Laschenbolzen (Fig. 28 auf Tafel XIII). Um den Bolzen im Schaft ebenso elastisch als im Gewinde zu machen und denselben Zweck wie mit elastischen Unterlagsscheiben zu erreichen, gleichzeitig aber auch das häufige Abdrehen der Bolzen im Gewinde zu verhindern, bringt Parson 4 Längsfurchen im Bolzenschaft an, oder durchbohrt denselben bis zum Gewinde. Diese Bolzen sollen bei englischen Bahnen mit günstigem Erfolge versucht sein. Näheres vergl. Organ 1868, p. 77 und 177.

7. Tudor's Differential-Laschenschraube. Diese neuere Laschenverbindung besteht in der Anwendung eines Schraubenbolzens (Fig. 12) mit zwei Gewinden von gleicher Richtung, aber mit verschiedenen Neigungen, dessen beide Enden viereckig angesetzt sind, damit man ihn mit dem Schraubenschlüssel fassen kann. Bei dem Anziehen des Bolzens bleiben die beiden Muttern unbeweglich, weil sie in eine Rinne der Lasche eingelegt sind. Das Anpressen der Laschen gegen die Schienen geschieht bei Anwendung dieser Differentialschraube mit grosser Kraft, und da die Muttern in den Nuthen der Laschen unbeweglich festgehalten sind, ist ein Lösen derselben durch die Stösse oder Erschütterungen unmöglich.[29])

Fig. 12.



8. Hohenegger's Unterlagsplättchen mit aufgebogener Kante. Im Jahre 1869 hat Inspector Hohenegger in Wien ein Plättchen zur Verhinderung des Zurückgehens der Laschenmuttern angegeben und sich in Oesterreich patentiren lassen, welches den angestrebten Zweck vollkommen erreicht und wegen seiner Einfachheit und Billigkeit, erprobt auf den Linien der österr. Nord-West-Bahn, mehreren Bahnen zur Anwendung Veranlassung gegeben hat. Nebenstehende Fig. 13 und 14 zeigen in $^1/_4$ der natürlichen Grösse das Plättchen bei *a* vor und bei *b* nach der Aufbiegung. Dasselbe wird aus 2^{mm} starkem Eisenblech hergestellt, erhält in der Mitte ein Loch

Fig. 13.

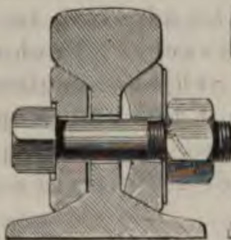


Fig. 14.



[29]) Auf der Braunschweig'schen Eisenbahn ist diese Construction (1869) mit günstigem Erfolg in Anwendung gekommen. Bei dem steilern Gewinde der Differentialschraube gehen auf 1 Centimeter 2,333 Gänge oder auf 30^{mm} 7 Gänge; bei dem flachern Gewinde auf 1 Centimeter 3,143 Gänge oder auf 35^{mm} 11 Gänge. Vergl. Organ 1870, p. 228.

von der Stärke des Bolzens und seitwärts eine Schlitzung, welche das Aufbiegen eines Theils desselben gestattet. Die Höhe muss so gross sein, dass das Plättchen mit seiner Unterkante der ganzen Länge auf dem Schienenfusse aufsteht, so dass eine Drehung unmöglich ist.

Das Plättchen wird sogleich beim Legen des Oberbaues unter die Bolzenmutter gelegt und die Mutter stark angezogen. Nach mehrmonatlicher Befahrung des Oberbaues, wenn die Grathe und Erhöhungen der Schienen und Laschen sich gegenseitig abgeschliffen haben, werden die sämmtlichen Muttern nochmals festgezogen und hierauf die Lappen der Plättchen mit einem Meissel aufgebogen, wie die Fig. 14 bei *b* und Fig. 13 punktirt ersichtlich macht, so dass die Mutter sich nicht drehen kann. Drückt man den aufgebogenen Lappen nieder, so kann man die Mutter abnehmen oder nach Erforderniss noch fester ziehen.

1000 Stück solcher Plättchen wiegen 52,5 Kilogr., mithin ungefähr $^1/_{10}$ des Bolzengewichtes; der Centnerpreis stellt sich nicht höher, als für Bolzen, dürfte jedoch bei längerer Erfahrung in deren Fabrikation noch billiger werden.[30])

9. Palliser's Klemm-Gegenmutter. Bei diesem in Fig. 15 und 16 dargestellten Systeme werden Muttern eigner Gestalt verwendet, deren Erzeugung jedoch keiner Schwierigkeit unterliegt. Die Hauptmutter hat eine konische Vertiefung, in welche der versenkte Theil der Gegenmutter beim Aufschrauben eindringt. Um jedoch ein möglichstes Festklemmen der letzteren zu erreichen, ist dieselbe gespalten und daher elastisch, und es sitzt die Gegenmutter um so fester, je tiefer dieselbe eingeschraubt und der Schlitz zusammengezogen wird.

Fig. 15.

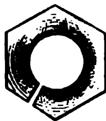
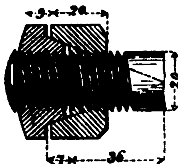


Fig. 16.



= $^1/_3$ nat. Gr.

10. Bellet's Draht-Sicherung (Fig. 25, Taf. XV). Es ist neben den Bolzenlöchern in die Lasche eine Rinne eingewalzt, in welche ein Draht eingesteckt wird, dessen Enden um die Bolzenmutter, welche vorher festangezogen ist, umgebogen wird.[31])

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung kamen auch die Mittel gegen das Losrütteln der Laschenschrauben zur Verhandlung und wurde darüber folgender Beschluss angenommen:

»Es erscheint zweckmässig, auf die Verhinderung des beständigen Losrüttelns der Laschenschrauben Bedacht zu nehmen. Die bewährteste Abhülfe des Uebelstandes ist in der Construction der Laschenverbindung im Ganzen zu suchen. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich die Wahl eines Schienenprofils, das einen scharfen Anschluss der Laschen an den Fuss und Kopf gestattet, kräftige Bolzen und sauber geschnittene, kräftige, jedoch nicht zu steile Gewinde an den nur wenig unter 26^{mm} starken Bolzen, mit starken,

---

30) Aehnlich wirkt auch Oakley's Laschenschraube mit abgeplatteter Schraubenfläche und dreieckigem Unterlagsplättchen, von welchem eine Ecke nach Anziehen der Schraubenmutter aufgebogen wird. (Vergl. Organ 1872, p. 32.)

Ferner hat damit Aehnlichkeit das Arretirungsplättchen von Bansen und Lazar (Patent). An das viereckige oder runde Plättchen ist in der Mitte eine Rippe angewalzt, welche in eine entsprechende Nuth der Lasche greift, um das Drehen des Plättchens zu verhindern. Ein Aufbiegen einer Ecke oder Seite desselben verhütet das Drehen der Mutter.

31) **Winkler**, Der Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage 1875. p. 111.

gut schliessenden und wenigstens 11 bis 13 Gewinde hohen Muttern am besten bewährt.

Die Anwendung des schwebenden Stosses hat sich dabei als vortheilhaft und den Uebelstand weiter vermindernd ergeben.«

§ 13. Grösse der Bolzenlöcher; Vertheilung der Schrauben. — Die Löcher der Laschenbolzen werden gewöhnlich 1 bis 2mm weiter als die Bolzen gemacht, damit dieselben, falls in der Weite und in der gegenseitigen Lage der Löcher, sowie in der Dicke der Bolzen eine Arbeitsungenauigkeit eintrēten sollte, doch bequem eingebracht werden können. Da die Schienen, wie in § 16 näher erläutert wird, entweder in der Mitte oder an einem Ende gegen Längsverschiebungen auf den Unterlagen durch die Befestigungsmittel festgehalten werden, so müssen in letzterem Falle die Bolzenlöcher in den Schienen an einem Ende, in ersterem Falle an beiden Enden länglich gestanzt werden, damit die Längenausdehnung der Schienen bei Temperaturveränderungen ungehindert stattfinden kann. Je nach der Schienenlänge macht man diese Löcher bei festgehaltener Schienenmitte um 4 bis 6mm an beiden Enden und bei festgehaltenen Schienenenden um 8 bis 12mm nur an dem einen Ende grösser, als den Durchmesser der Löcher in den Laschen. Zweckmässig ist es auch, diese länglichen Löcher um ca. 3mm höher zu machen als die Laschenbolzen stark sind, weil sonst die Bolzen zufällig an der Wand des Loches in der Schiene anstossen könnten und dann beim Gleiten der Laschen auf Bruchfestigkeit beansprucht werden würden. Oefters nimmt man deshalb auch bei festgehaltener Schienenmitte für beide Schienenenden kreisförmige Löcher an, die um 5 bis 6mm weiter sind als die Löcher in den Laschen.

Da der Druck zwischen Schiene und Laschen sich am stärksten an den Enden und in der Mitte der Laschen äussert, so muss man auch die Schrauben möglichst nahe an die Enden und an die Mitte setzen (Fig. 22 und 24, Tafel XII). Bei zu grosser Entfernung von der Mitte würde ein zu starkes seitliches Ausbiegen der Laschen in ihrer Mitte und dadurch ein gegenseitiges Verschieben der Schienenenden möglich sein. Früher hat man deshalb auf der Hannover'schen Staatsbahn, und gegenwärtig auch noch auf der Main-Weserbahn und der Bebra-Hanauer Bahn, drei Schrauben angewendet, von denen die eine durch die Fuge geht (Fig. 21, Tafel XII). Dadurch aber werden die Laschen in ihrer Mitte, wo sie wegen der seitlichen Ausbiegung am stärksten sein sollten, zu sehr geschwächt, um so mehr da der mittlere Bolzen sehr stark sein muss. Deshalb hat die Techniker-Versammlung in Dresden auch vier Schrauben empfohlen.

Bei Anwendung von 400—500mm langen Laschen mit vier Schrauben kann folgende Eintheilung empfohlen werden:

Entfernung der mittleren Schrauben . . . . 90—120mm
Entfernung der äusseren Schrauben vom Ende der Lasche 45—60 -

Oft ist man bei den ruhenden Stössen durch die Befestigung der Schiene auf den Schwellen genöthigt, die Entfernung der mittleren Bolzen grösser anzunehmen, was indess aus dem oben angegebenen Grunde nicht zu empfehlen ist. Deshalb verdient auch der schwebende Stoss den Vorzug.

Beim Hilf'schen eisernen Langschwellen-Oberbau sind die mittleren Schrauben 100mm von einander, und die äusseren Schrauben 35mm vom Ende der Lasche.

Das Gewicht der Laschenbolzen ist sehr verschieden; durchschnittlich haben dieselben pro Stück ein Gewicht von 0,5 bis 0,8 Kilogr., welches sich bei Doppelmuttern bis zu 1 Kilogr. steigert.

§ 14. Schienenstühle, Form der verschiedenen Arten und Dimensionen. —

Zur Befestigung der Stuhlschienen dienen die sogenannten Schienenstühle oder Chairs von Gusseisen. Im Allgemeinen besteht der Schienenstuhl aus der Grundplatte und aus den zwei durch Rippen verstärkten Backen. Zwischen letzteren liegt die Schiene und wird gewöhnlich durch Keile festgehalten. Die Grundplatte hat an jedem Ende ein oder zwei Löcher für die Nägel oder Schrauben zur Befestigung auf der Unterlage.

Der Schienenstuhl soll folgende Hauptbedingungen erfüllen: a. Die Lagerstelle der Schiene muss der Form der Schienen genau entsprechen. b. Die einzelnen Theile müssen hinlängliche Stärke haben. c. Die Form des Stuhls muss möglichst einfach sein, um den Guss leicht und billig herstellen zu können. d. Der Guss muss aus sehr gutem Eisen und sehr dicht und rein hergestellt werden.

Die Form der Schienenstühle ist sehr verschieden. Die Grundplatte ist gewöhnlich rechteckig, an den Enden öfters halbkreisförmig oder in anderer Weise abgerundet. In der unteren Fläche bringt man zuweilen eine Aushöhlung an (Fig. 1 und 4, Tafel XII), um den Stuhl leichter zu machen und einen bessern Anschluss auf der Unterlage zu erzielen. Da die Aushöhlung die Grösse der Auflagerflächen nicht unbedeutend verringert, an einen guten Stuhl aber die Anforderung gestellt wird, den Druck auf eine möglichst grosse Fläche zu vertheilen, so sind Stühle mit ausgehöhlten Grundplatten nicht empfehlenswerth. Die Grundplatte wird bei Stossstühlen öfters in der Mitte etwas breiter als an den Enden hergestellt (Fig. 1 und 3) und die obere Fläche, auf der die Schiene ruht, fällt gewöhnlich etwas convex nach beiden Seiten ab, um zu verhindern, dass die Schiene bei ihrer Durchbiegung oder bei einem zufälligen Kanten des Stuhls, auf einer Kante aufruht. Das Eindrücken der Kante in die Schiene würde bei einer Temperaturveränderung das Verschieben der Schiene verhindern und eine starke Beanspruchung derselben zur Folge haben. Die um ca. $^1/_5$ schmäleren Zwischenstühle sind im Ganzen ebenso, jedoch an den Backen und Rippen gewöhnlich etwas leichter construirt, als die Stossstühle.

Die Befestigungslöcher der Grundplatte liegen meist in einer Ebene normal zur Schienenrichtung. Bei Anwendung von Holzschwellen jedoch versetzt man dieselben oft, um das Spalten des Holzes zu verhüten (Fig. 2, Tafel XII), oder man bringt bei den breitern Stossstühlen auf der einen Seite 2 Nagellöcher an. Der an die Schiene anschliessende Backen steht gewöhnlich nur oben und unten mit der Schiene in Berührung, da auf diese Weise ein genauerer Anschluss erzielt werden kann, als wenn eine vollständige Berührung der ganzen Fläche gefordert würde.

An der Aussenseite der Backen sind entweder 2 Verstärkungsrippen angebracht, so dass zwischen ihnen die Befestigungslöcher liegen (Fig. 1, 3 und 4), oder nur eine in der Mitte des Stuhls, wobei die Befestigungslöcher auf der einen Seite rechts, auf der anderen Seite links der Rippe sich befinden. Die Rippen und Backen und die Seitenflächen der Fussplatte müssen nach oben stark verjüngt sein, um das Einformen zu erleichtern. Die Höhlungen für die Lagerstellen der Schiene und des Keils und die Befestigungslöcher werden gewöhnlich durch besondere in Massesand geformte Kernstücke, die in die Form eingelegt werden, gebildet, da diese Theile des Stuhls sehr genau passen müssen.

Früher hat man die Schienen senkrecht im Stuhl gelagert und festgekeilt (Fig. 1, Tafel XII) und dann, um der Schiene die erforderliche Neigung zu geben, den Stuhl schräg in die Querschwellen eingeschnitten; da jedoch diese Einschnitte bei der breiten Basis der Stühle sehr tief ausfallen, so giebt man jetzt den Backen eine solche Form, dass die Schiene die erforderliche schiefe Lage erhält (Fig. 2).

Bei den älteren Schienenstühlen erfolgte die Befestigung der Schienen meist durch Eintreiben eines eisernen Keils zwischen die Schiene und den einen Backen und es war dann gewöhnlich für den Keil ein Einschnitt in dem Backen angebracht (Fig. 1). Zuweilen befand sich aber ausserdem noch zu gleichem Zwecke ein Einschnitt in der Schiene eingewalzt. Oft sind auch beide Einschnitte weggelassen worden, dann muss aber der Backen der ungleichmässigen Breite des Keils entsprechend geformt sein. Es ist nicht zu empfehlen auf beiden Seiten der Schiene Keile anzuwenden, wie es früher zuweilen geschehen ist (Fig. 18, Tafel XI), da dadurch ein leichteres Lösen der Keile hervorgerufen wird.

Jetzt geschieht die Befestigung der Schienen in den Stühlen durch Holzkeile; dieselben gewähren gegenüber den eisernen Keilen den Vortheil, dass die Backen der Stühle beim Eintreiben der Keile viel weniger leicht abgesprengt, die Keile selbst weniger leicht locker werden, und dass das durch die Bewegung der Wagenzüge verlasste Geräusch vermindert wird. Die Holzkeile bieten dagegen den Nachtheil, dass sie bei starker Hitze zusammentrocknen, locker werden und häufiger nachgetrieben werden müssen, bei nasser Witterung aber aufquellen und die Backen absprengen, wenn diese nicht sehr kräftig sind.

Um diese Nachtheile zu vermeiden, hat in neuester Zeit der Ingenieur Dering zu Welwyn (Hertfordshire) aus gehärtetem Stahl Federkeile (Spring-Key) construirt (*a* Fig. 16, Tafel XIII). Dieselben wirken wie Federlaschen durch ihre Elasticität und werden sowohl in Schienenstühlen als in Federlaschen angewendet. Temperaturveränderungen haben, wie es bei Holzkeilen der Fall ist, keinen Einfluss; ihre Dauer kann 10mal länger als die der gewöhnlichen Holzkeile angeschlagen werden. Der Preis der Federkeile ist 20—30 Pfennige pro Stück.

Die Holzkeile werden aus hartem, gut ausgetrocknetem Holze, besonders aus Eichen- und Acacienholz gefertigt; öfters comprimirt man das Holz stark und tränkt die fertigen Keile in Leinöl, damit die Witterungseinflüsse weniger darauf einwirken können, und so das öftere Nachtreiben der Keile umgangen wird. Um den Keil und damit die Schiene in der richtigen Höhenlage zu erhalten, ist der Backen für den Keil meist etwas gekrümmt, selten eben.

Die Keile werden theils an der inneren, theils an der äusseren Seite des Gleises angeordnet. Die letztere Construction führt leicht ein Lockerwerden des Keils und dann eine gefahrvolle Spurerweiterung herbei, dagegen werden die meist nach aussen gerichteten Stösse und das hierdurch veranlasste Geräusch durch das elastische Zwischenmittel mehr vermindert. Um das Lockern der Keile, welche zum Theil durch die Seitenstösse, zum Theil aber auch durch die Längenänderung der Schiene beim Temperaturwechsel und durch das Bestreben der Schiene zum Gleiten hervorgebracht wird, und um die Verschiebung der Schiene zu verhindern, werden die Keile abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung eingetrieben.

Zu gleichem Zwecke hat man auch für ein und denselben Stuhl zwei Keile angeordnet, welche durch eine Schraube gegen einander und an die Schiene gepresst werden (Fig. 4, Tafel XII). Diese zwar recht wirksame, aber etwas kostspielige Anordnung hatte man namentlich bei den breitbasigen Schienen der Saarbrücker und Stargard-Posener Bahn angewendet, bevor man die Laschenverbindungen kannte. Diese Stoss-Stühle für breitbasige Schienen haben die Form derjenigen für doppelköpfige Schienen und haben in der That besser die gegenseitigen Verschiebungen an den Stössen verhütet und den Schienen durch die grosse Breite eine grössere Stabilität gegeben, sowie den Druck auf eine grössere Fläche der Unterlage vertheilt,

als alle andern Mittel, welche vor Einführung der Laschen angewandt wurden. Jetzt ist diese Stossverbindung nicht mehr im Gebrauch.

Eine andere Art von Stühlen für breitbasige Schienen ist in Fig. 9, Tafel XII dargestellt. Diese Construction von Rank in Nord-Amerika ist zweitheilig, mit kräftigen Backen zur Unterstützung des Schienenkopfes auf beiden Seiten, so dass über den Stossstühlen die Laufflächen der Schienen-Stösse zu jeder Zeit in einer Ebene bleiben. Der mitten durch den Stoss gehende Schraubenbolzen zieht die beiden Backen gegen die Schiene zusammen und bildet eine Sicherheit mehr gegen das seitliche Ausweichen der Schienenstösse ohne die longitudinale Ausdehnung oder Zusammenziehung der Schiene zu verhindern. Die Befestigung der beiden Theile auf der Unterlage und die Verzahnung der beiden Bodenplatten unter der Schiene, verhindert die gegenseitige Verschiebung beider Stuhltheile, und es trägt die breite Basis des Stuhls zur Vergrösserung der Stabilität des Gleises wesentlich bei. Ein weiterer Vortheil ist, dass die Theile leicht angebracht und entfernt werden können, wenn Brüche vorkommen, ohne die Schienen aus dem Gestänge zu entfernen, oder andere Theile lösen zu müssen.

Aehnlich ist Adams' gusseiserner Laschenstuhl für doppelköpfige Schienen (Fig. 7, Tafel XII); derselbe ist ebenfalls zweitheilig und wird durch Schraubenbolzen an Kopf und Fuss der Schiene gedrückt, so dass er wie Laschen wirkt. Obwohl die Länge des Stuhls 440^{mm} beträgt, so sind doch nur 2 Laschenschrauben angebracht.

Ein anderer von Samuel construirter Laschenstuhl ist Fig. 8, Tafel XII dargestellt; derselbe besteht aus einem Gussstück: der an die Bodenplatte angegossene und durch zwei nach unten convergirende Rippen verstärkte Backen ist 420^{mm} lang und schliesst sich einer Lasche ähnlich an die Schiene an; auf der entgegengesetzten Seite der Schiene ist eine gewöhnliche schmiedeeiserne Lasche angebracht und die Verbindung mittelst 4 Laschenbolzen bewirkt. Die Befestigung auf der Unterlage erfolgt durch 3 Nägel.

Hierher gehören auch die schmiedeeisernen, winkelförmigen Stuhllaschen (Fig. 12 und 14, Tafel XIII), von denen bereits oben im § 10 die Rede war. Diese Stühle bieten, wie auch der Laschenstuhl von Adams, zugleich die Möglichkeit des Umwendens der Schiene, da der untere Kopf, der sonst an den Stössen stark beschädigt wird, nicht aufliegt. Dieser Vortheil würde besonders bei Anwendung ebenso gestalteter Mittelstühle hervortreten. Die Westphälische Bahn verwendet in der That für Mittelschwellen solche Stuhllaschen, deren ca. 153^{mm} lange Abschnitte an die Schienen mit je einem Niet befestigt sind, wie Fig. 12 auf Tafel XIII darstellt. Zu der Befestigung der Stuhllaschen an den Schienen auf der Westphälischen Bahn werden jedoch auch Schraubenbolzen verwendet.

Dagegen bedient man sich in Frankreich, wo die in Fig. 14, Tafel XIII dargestellten schmiedeeisernen Stuhllaschen auf der Ostbahn, Paris-Lyon, Orleans- und Westbahn vielfach in Verwendung sind, für die Zwischenunterstützungen allgemein der gewöhnlichen gusseisernen Zwischenstühle.

Die in Frankreich üblichen Dimensionen der Stuhllaschen sind:

Grösste Höhe des verticalen Theils	116—123^{mm}
Maximal-Dicke des verticalen Theils	16— 18 -
Breite des horizontalen Schenkels	88— 92 -
Maximal-Dicke des horizontalen Schenkels . .	14— 18 -

Ganze Länge der Stuhllasche	370—400 mm
Entfernung der mittleren Bolzenlöcher . . .	100 -
Entfernung der äusseren Bolzenlöcher . . .	295—300 -
Gewicht einer Lasche	7,3—10 Kilogr.[32]

Die Dimensionen der gewöhnlichen gusseisernen Schienenstühle sind sehr verschieden; so ist namentlich die Dicke der Grundplatte in der Mitte 30—56mm, die mittlere Backendicke 12—24mm, die mittlere Rippendicke 10—20mm, die untere Breite 18—35mm, die untere Länge für Zwischenstühle 90—150mm, für Stossstühle 110—160mm, das Gewicht eines Zwischenstuhls 8—12 Kilogr., eines Stossstuhls 10—17 Kilogr.

Die Dimensionen der Holzkeile variiren in der Länge von 100—220mm, in der Breite von 24—52mm, in der Höhe von 40—85mm.

Ausser den bis jetzt besprochenen Schienenstühlen verdienen noch einige andere von eigenthümlicher Form und Ausführung der Erwähnung.

a. Connochie's Schienenstühle für hängende Schienen. Zur Vermeidung der Eindrücke, welche der untere Kopf der Schiene durch den Stuhl erhält, und welche ein Wenden der Schienen unmöglich machen, hat Connochie die in Fig. 5 auf Tafel XII dargestellten Stühle (1853) construirt, bei welchen die Schienen nur unter den Wülsten des obern Kopfes unterstützt werden. Die Schiene ruht dabei in einer grossen Länge auf, um den Druck auf eine möglichst grosse Fläche zu vertheilen und das Abdrücken der Wülste sowie ein nachtheiliges Deformiren derselben zu verhindern. Durch die Beseitigung eines Backens des Stuhls lässt sich die Schiene auswechseln, ohne den Stuhl losnehmen zu müssen; Ein Ansatz *a* sichert den Backen gegen Verschiebung. Nach einer andern Construction von Connochie sind beide Backen zu beseitigen und es wird jeder Backen durch einen eisernen Keil festgehalten. Bei den Stossstühlen bietet die grosse Länge der Backen *b* noch den Vortheil, dass sie wie Laschen wirken. — Von diesem Constructions-Princip hat man indess seither wenig Gebrauch gemacht, da diese Schienenstühle bedeutend schwerer und theurer sind, als gewöhnliche; auch ist ein genauer Anschluss beider Backen nur durch kostspieliges Nacharbeiten zu erzielen. Bahnen, welche noch Stuhlschienen anwenden, ziehen es gewöhnlich vor, auf den Vortheil des Umwendens zu verzichten, oder die jedenfalls zweckmässigeren Stuhllaschen Fig. 7, Tafel XII und Fig. 12 und 14, Tafel XIII zu wählen.

b. Hölzerne Schienenstühle. Bereits im J. 1853 trat Barberot mit der in Fig. 6, Tafel XII dargestellten hölzernen Schienenbefestigung auf, welche die gusseisernen Schienenstühle ersetzen sollte; die Schiene wird durch zwei hölzerne Stützen *a*, *a* getragen, die sich gegen geneigte Flächen stützen, welche in die Querschwellen eingeschnitten sind. Jede Stütze wird durch eine Holzschraube mit der Schwelle verbunden; das Unterlagsblech *b*, *b* für die Schraubenköpfe ist auf beiden Seiten über die Stützen gebogen, um diese noch mehr gegen Verschiebung bei einer Längenveränderung und gegen Spalten zu schützen. — Damals schon wurden in Frankreich von verschiedenen Eisenbahngesellschaften Versuche mit diesen Stühlen angestellt und 163 Kilometer Länge damit ausgeführt; auch in Aegypten wurde eine 36 Kilometer lange Strecke damit hergestellt. Als Hauptvortheile dieser Construction werden hauptsächlich grosse Billigkeit, Mässigung der Stösse und die Möglichkeit des Umwendens der Schiene bezeichnet. Da jedoch die Schwelle an den Einschnitten bald durch Fäulniss leidet, so drücken sich die Schiene und die Stützen in die Schwelle ein, und es verliert die Verbindung erheblich an Festigkeit. Deshalb hatte bei der Pariser Ausstellung (1867) Barberot ein verbessertes sowohl auf Holzschwellen, als gusseiserne Unterlagen anwendbares System vorgeführt, das in Folgendem besteht: Bei Holzschwellen wird die Schiene

[32] Goschler, Ch., Traité prat. T. I. p. 329.

an beiden Seiten von einer doppeltarmigen Eisenklemme, statt der hölzernen Stützen, festgehalten, welche in die Schwelle eingeschraubt ist und daselbst ihren Stützpunkt entweder in einem entsprechenden Einschnitt der Schwelle oder in einem Haken, der hinter der Klemme eingeschlagen ist, findet. Bei gusseisernen Unterlagen bestehen diese aus Platten von 700mm Länge und 350mm Breite, die an ihrer unteren Fläche kreuzweise mit Verstärkungsrippen von 100mm Höhe versehen und durch runde eiserne Haken paarweise verbunden sind. Auf den Platten liegen im Grundriss quadratförmige, keilförmig zugeschnittene Polsterhölzer von 160mm im Gevierte, auf deren ganzer Länge die Schiene ununterbrochen aufruht. Zur Befestigung der Schienen dienen eben solche hölzerne Klemmen *a* mit übergreifenden Unterlagsblechen *b* (Fig. 6, Tafel XII), die sich mit ihrer Basis an gusseiserne Ansätze der Platten stemmen. Diese Holzklemmen werden mittelst durchgehender Schraubenbolzen, welche ihren Stützpunkt in den Verstärkungsrippen finden, an die Schienen angedrückt, wobei die Muttern oben an der Unterlagsscheibe angebracht sind.

Der Preis des ganzen Barberot'schen Systems auf Gusseisenplatten ohne Schienen

beträgt pro lauf. Meter	11 Mk.	— Pfg.	
und dasselbe mit Holzschwellen ohne Schienen pro Meter	7 -	30 -	

c. Die gewalzten plattenförmigen Schienenstühle der preussischen Ostbahn (Fig. 10, Tafel XII), welche daselbst versuchsweise bei den ältesten Strecken in Anwendung gekommen sind und die Bestimmung unserer jetzigen Laschen hatten. Auf der stuhlähnlichen Stossplatte von 470mm Länge ist jedes Schienenende mit 4 Schraubenbolzen von 20mm Stärke festgeschraubt. Die obere Fläche der Stossplatte ist nach beiden Seiten etwas geneigt, und die rechtwinklig nach der obern Fläche des Schienenfusses eingelassenen Schraubenbolzen haben in den Löchern das nöthige Spiel, so dass die nur längs der Mitte des Fusses auf den Stossplatten aufliegenden Schienen genau an den Köpfen durch stärkeres oder schwächeres Anziehen der Bolzen von der einen oder anderen Seite regulirt werden können. Obgleich diese Stossverbindung eine grössere Widerstandsfähigkeit als die Laschenverbindung zeigte, so wurde doch die letztere vorgezogen, weil sie billiger herzustellen ist und eine grössere Sicherheit und Regelmässigkeit in der Lage der Schienenenden gegeneinander bildet.

d. Die gusseiserne Stuhlplatte (Fig. 11, Tafel XII) von der Taunus-Bahn umschliesst eine 30mm starke Holzplatte in der Weise, dass dieselbe einestheils vollständig gegen Feuchtigkeit geschützt ist und dass anderntheils dieses Holzfutter nach keiner Seite ausweichen kann. Die Schiene ist dabei auf die Gussplatte mittelst Schrauben und Unterlagsplättchen und die Gussplatte selbst mittelst Holzdübel und Nägel auf den Steinunterlagen befestigt. Dieses System hat sich vorzüglich bewährt; die hölzernen Unterlagen auf den Steinwürfeln dienten zur Milderung der Stösse und zur gleichmässigen Vertheilung des Druckes; nur der grössern Kosten wegen wurde es verlassen und eine einfachere Methode, die breitbasigen Schienen auf den Steinunterlagen zu befestigen, gewählt, von der in § 17 die Rede sein wird.

§ 15. Befestigung der Schienen auf den Unterlagen durch Holzschrauben, Nägel, Schraubenbolzen und Dübel. — Holzschrauben mit versenkten Köpfen wurden anfangs fast allgemein zur Befestigung der Flachschienen benutzt (Fig. 1 und 3, Tafel XI). Ebenso hat man auch die Brück- und breitbasigen Schienen auf den Langschwellen mittelst Hohlschrauben mit sechseckigen Köpfen Fig. 46, Tafel XIII) befestigt, die abwechselnd bald durch den innern, bald durch den äussern Schienenfuss gingen (Fig. 9, Tafel XI); die Löcher waren dann zum Theil der Ausdehnung der Schiene in der Längsrichtung wegen länglich. In Frankreich sind namentlich Holzschrauben (von der Form Fig. 47, Tafel XIII), zur Befestigung der Schienenstühle und Stuhllaschen viel in Gebrauch, und es sind in neuester Zeit dieselben in verzinktem Zustande auf den eisernen Brücken der Muldenthalbahn in Sachsen für breitbasige Schienen in Anwendung gekommen. Die Dimensionen dieser Tirefonds (Hutbolzen) sind folgende:

	auf den franz. Bahnen	auf der Muldenthalbahn
Ganze Länge der Schraubenkloben	178mm	155mm
Schaftlänge	140 -	120 -
Länge von der Ansatzscheibe bis zu dem Anfang der Schraubengänge	30 -	25 -
Durchmesser der Ansatzscheibe	32 -	42 -
Höhe des Kopfs bis zur Scheibe	28 -	25 -
Breite des Kopfs oben	15 -	12 -
- - - unten	18 -	18 -
Durchmesser des Bolzens unter der Scheibe	21 -	20 -
- - - an der Spitze	14 -	15 -
Aeusserer Durchmesser an den Schraubengängen an der Bolzenspitze	20 -	21 -
Gang der Schraube	7 -	7 -

Der Querschnitt des Schraubengangs bildet ein Dreieck, wovon die Basis parallel zur Achse des Schraubenklobens auf den französischen Bahnen 4mm, auf der Muldenthalbahn 3mm breit ist.

Um das Einschrauben zu erleichtern, macht man die untere Fläche der Schraube steil; die obere Fläche muss dagegen flach sein, damit sich die Schraube schwer herausziehen lässt. Da die Arbeiter oft aus Bequemlichkeit die Schraubenkloben mit dem Hammer in die vorgebohrten Löcher einschlagen, was zur Folge hat, dass die Schraubengänge ihren Zweck nicht mehr erfüllen können und die Kloben sehr bald locker werden, so lässt die französische Ostbahn, um dem vorzubeugen, auf den Kopf des Hutes (bei *a* Fig. 47, Tafel XIII), in Relief den Buchstaben E (Est) durch einen Stempel ausschlagen; wenn diese Marke durch Hammerschläge platt gedrückt ist, werden den Schienenlegern bedeutende Geldstrafen zuerkannt.

Nach Winkler (Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage, p. 146) ist die Kraft, welche erforderlich ist diese Schraube herauszureissen

$$P = \pi K l d$$

wenn mit d der mittlere Durchmesser und mit l die Länge der Schraube in Mm., und mit K der Festigkeitscoëfficient des Holzes für Abscheeren bezeichnet ist. Es ist $K = 200$ Klgr. per □Ctm. für Nadelholz, und 270 Klgr. per □Ctm. für Eichenholz. Alsdann ist für Nadelholz: $P = 6{,}28\, l d$ in Klgr., und für Eichenholz $P = 8{,}48\, l d$ in Klgr.

Auf der Eisenbahn von Deux Charentes hat man an zwei Seiten des Kopfes die halbkugelförmige Ansatzscheibe dieser Schraubenkloben abgenommen und durch eine ebene Berührungsfläche am cylindrischen Schaft ersetzt. Der noch stehenbleibende Theil der Ansatzscheibe dient dazu, um den Fuss der Schiene am Platz zu erhalten; um beim Wechseln der Schiene dieselbe wegzunehmen, ohne den Schraubenkloben ganz herauszuziehen, genügt es, letztere nur einen Theil einer Umdrehung machen zu lassen, bis dass die ebene Berührungsfläche am cylindrischen Schafte nach der Schiene hingerückt ist und in einer Richtung parallel zur Achse der Bahn steht.[33])

Die Holzschrauben sind, wegen des hohen Preises und weil sie durch Erschütterungen leicht locker werden, als Schienenbefestigungen sehr wenig in Anwendung gekommen und besonders selten in Deutschland bei den breitbasigen Schienen, desto häufiger aber in diesem Lande Nägel oder Kloben.

Die Nägel hatten bei Flachschienen gewöhnlich versenkte Köpfe (Fig. 32, Tafel XIII) und sassen in entsprechenden Löchern; auch bei den ältern Brück- und breitbasigen Schienen schlug man die Nägel durch im Fuss angebrachte Löcher, wobei ein versenkter Kopf entbehrt werden konnte. In ähnlicher Weise werden noch jetzt die Strassenbahnschienen auf den Langschwellen befestigt (Fig. 4—8, Tafel XI).

Jetzt werden fast allgemein bei den Brück- und breitbasigen Schienen die

[33]) Goschler, Ch., Traité prat. T. I. p. 337.

Nägel neben die Schiene geschlagen, und greifen dann mit einem hakenförmigen Kopfe über den Schienenfuss (Fig. 37—45, Tafel XIII). Durch diese Hakennägel oder Kloben erreicht man den Vortheil, dass der Schienenfuss nicht erst zu lochen ist, und dass bei einem Umkippen der Schienen die Widerstandskraft des Nagels (gegen Anziehen) an einem grössern Hebelsarm wirkt. Bei den Schienenstühlen wendet man dagegen meist Nägel mit runden Köpfen an (Fig. 34—36, Tafel XIII), und schlägt sie durch Löcher in den Stühlen, die leicht beim Giessen herzustellen sind.

Die Form des Schaftes der Schienennägel ist sehr verschieden. Der Querschnitt desselben ist entweder:

a. kreisförmig (Fig. 32—34, Tafel XIII), welche Form früher für Flachschienen und zuweilen auch bei Schienenstühlen (Fig. 34) angewendet wurde. Auch jetzt kommt sie meist bei Strassenbahnschienen in Anwendung, da die kreisförmigen Löcher sich am leichtesten herstellen lassen;

b. achteckig (Fig. 44), welcher Querschnitt zuweilen bei breitbasigen Schienen, früher auch öfters bei Schienenstühlen in Anwendung gekommen ist, in welchem letzteren Falle das Achteck nach oben in die Cylinderform übergeht;

c. quadratisch, welcher Querschnitt jetzt fast ganz allgemein für die Hakennägel oder Kloben zur Befestigung der breitbasigen Schienen (Fig. 39—43 und 45) in Anwendung kommt.

Der untere Theil des Nagels läuft entweder in eine Spitze (Fig. 35—38) oder in eine Schneide (Fig. 39—42 und 45) aus, oder es wird derselbe durch eine abgestumpfte Pyramide (Fig. 43) oder einen abgestumpften Kegel (Fig. 44) gebildet. Bei den letztern beiden Formen muss das vorzubohrende Loch fast so weit gebohrt werden, als der kleinste Durchmesser des Schaftes beträgt, da nur die Kanten des Klobens in das Holz einschneiden und den Halt bewirken. Wählt man, wie es meist geschieht, die Schneide, so muss dieselbe normal zu dem Haken des Kopfes gerichtet werden, damit dieselbe normal zur Faserrichtung eingetrieben werden und das Holz nicht spalten, sondern solches in der Faserrichtung auseinanderdrängen kann. Das vorzubohrende Loch ist dann natürlich viel enger; bei weichem Holz wird bei Nägeln mit Schneiden fast allgemein gar nicht mehr vorgebohrt.[34])

Hinsichtlich der Längsansicht unterscheidet man folgende Formen:

a. Verjüngte Nägel (Fig. 36—38, Tafel XIII), welche früher bei Schienenstühlen und Flachschienen, zuweilen auch bei breitbasigen Schienen in Anwendung gekommen sind.

b. Prismatische Nägel (Fig. 39, 40 und 42—45), welche jetzt fast allgemein im Gebrauch sind. Dieselben haben den andern Formen gegenüber bei gleichem Preise den Vortheil der einfachern Herstellung und der grössern Haltbarkeit.

c. Nägel mit Widerhaken (Fig. 36—38). Die Kanten des Schaftes wurden früher öfters mit Widerhaken versehen, um den Widerstand gegen Herausziehen zu vergrössern; da jedoch diese Haken die Ecken des Loches beim Hineintreiben zerreissen und dann die Haken wenig Widerstand mehr finden, so wendet man sie jetzt nicht mehr an.

d. Ausgebauchte Nägel (Fig. 40 und 41), welche einigemale in Amerika, auch in etwas anderer Form bei der Lüttich-Mastrichter und der Oesterr. Staatsbahn

[34]) Die meisselförmige Nagelspitze wurde zuerst (1836) vom Oberbaurath Mohn in Hannover, damals Ingenieur der Leipzig-Dresdener Bahn, angewandt. (v. Weber, die Stabilität des Gefüges der Eisenbahn-Gleise, p. 55.)

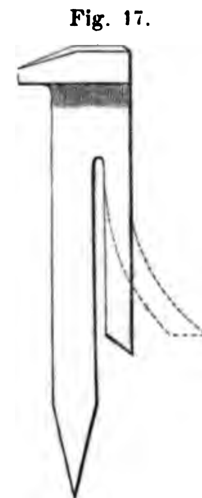
in Anwendung gekommen sind, um dem Herausziehen einen grössern Widerstand zu bieten. Der Vortheil ist jedoch nur gering, da das Loch beim Einschlagen zu sehr erweitert wird.

e. Schraubennägel (Fig. 48) mit schlankschraubenförmig gewundenem Schafte und linsenförmigem oder dreieckigem Querschnitte sind früher mehrfach angewendet worden, da man von ihnen die Erzeugung einer grossen Widerstandskraft erwartete; diese hat sich aber wegen der Schlankheit der Gewinde nicht herausgestellt, wenn man nicht durch complicirte Vorrichtung das Drehen verhindert.

f. Gekrümmte Nägel (Fig. 33, Tafel XIII) hat man bei Pferdebahnschienen (Fig. 6 und 8, Tafel XI) zuweilen benutzt, um das Herausziehen in einer bestimmten Richtung zu erschweren.

g. Hill's Nagel mit zwei Schenkeln (Fig. 17). Diese Nägel im Gewicht von ca. 65 % der gewöhnlichen, sind mit einem zweiten Schenkel oder Dorn versehen, der vermöge seiner nach aussen gerichteten Zuspitzung beim Eintreiben des Nagels (wie punktirt angegeben) sich von demselben entfernt. Es soll hierdurch bezweckt werden, dass der Nagel, trotz seiner geringen Stärke, eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen das Lockern bietet. Die Anwendbarkeit dieser Nägel beschränkt sich jedoch nur auf Schwellen aus weichem Holz.

Fig. 17.



1/3 der natürl. Gr.

In Betreff der Form des Nagelkopfes ist insbesondere die leichte Herstellung und der Uebergang aus dem Schafte nach dem Kopfe mittelst Abrundung von Wichtigkeit, da sich bei scharfem Ansatze des letzteren Risse bilden und derselbe leicht abspringt. Bei Hakenköpfen muss die untere Fläche dem Schienenkopfe angepasst werden. Um den Nagel leicht mittelst eines Geissfusses oder Hebeeisens (Fig. 28 und 29, Tafel XVIII) herausziehen zu können, giebt man dem Kopfe zwei Ohren von der in Fig. 42—44, Tafel XIII dargestellten Form. Es ist nicht nöthig diese Ohren über die ganze Länge des Hakens auszudehnen. Statt der Ohren hat man öfters den Kopf nach oben verbreitert (Fig. 37 und 39), welche Form zwar leichter herzustellen, für das Herausziehen aber nicht so zweckmässig ist; besser ist eine Verlängerung des Hakens nach rückwärts oder ein Doppelhaken (Fig. 45), wie er auf österr. Bahnen in Anwendung gekommen ist.

Da man bei den Schraubennägeln dem Kopfe nicht eine bestimmte Stellung geben kann, so müssen dieselben einen rings um den Schaft gehenden gleichartigen Kopf erhalten. Man wendet daher gewöhnlich, um beim Herausziehen den Schraubenschlüssel zu Hülfe nehmen zu können, viereckige oder besser achteckige Köpfe (Fig. 48) an.

Bei den in Amerika angewendeten Nägeln (Fig. 41) ist unter dem Kopfe eine nach dem Schienenfuss ausgeschnittene Kerbe angebracht. Dieselbe hat den Zweck, das Losewerden der Nägel zu verhindern. Zu dem Ende wird der Nagel dicht neben der Schiene so eingeschlagen, dass er vom Holze nach der Schiene zu gedrängt wird und der Fuss derselben dann in die Kerbe eingreift. Der Nagel mag zwar für sich fester halten, die Feststellung der Schiene kann aber dadurch nicht verbessert werden.

Als zweckmässige Dimensionen der Hakennägel für Hauptbahnen sind anzunehmen: 13—19^{mm} Dicke und Breite und im Ganzen 130—170^{mm} Länge. Der Querschnitt ist meist quadratisch, doch auch öfters rechteckig, und ist das Verhältniss der Dicke in der Richtung der Schiene zu der normal zur Schiene wie 10 : 13. Die Länge des schneidigen Theils wird gleich der 2- bis 4fachen Dicke angenommen. Die Länge der Haken beträgt 13—18^{mm},

deren mittlere Höhe 10 bis 19mm und die Dicke jeder Nase 18—30mm. Das Gewicht variirt auf den deutschen Bahnen zwischen 0,225 und 0,48 Kilogr. pro Stück. Die Nägel für Schienenstühle erhalten bei Hauptbahnen 14—16mm Stärke und 160—175mm Länge. Es ist eine erwiesene Thatsache, dass die Berührung des Eisens der Schienennägel mit den Holzschwellen, besonders mit jenen, welche mit Kupfervitriol imprägnirt sind, einen zerstörenden Einfluss auf die Schwellen und auch auf die Nägel ausübt. Man vermindert denselben einfach durch Galvanisirung der Nägel, eine Vorsicht, welche von der französischen Ostbahn seit mehr als drei Jahren mit Erfolg angewendet wird. Die französische Nordbahn galvanisirt die Nägel sowohl für imprägnirte, wie für nicht imprägnirte Schwellen. Preis der Galvanisation per 50 Kilogr. 3 Mk.[35])

Nach Winkler (Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl. p. 152) sind die zweckmässigsten Verhältnisse der Hakennägel, wenn h die Schienenhöhe bezeichnet: Breite und Dicke des Nagels $d = 0{,}125\,h$, ganze Länge $= 10\,d$, Länge der Schneide $= 3\,d$, Länge des Hakens $= d$, Höhe des Hakens an der Wurzel $= d$, Dicke der Ohren $= 0{,}25\,d$, Breite der Achseln $= 0{,}6\,d$. Bei diesen Verhältnissen ist das Gewicht eines Nagels, wenn d in Centimetern ausgedrückt ist: $G = 0{,}075\,d^3$ in Klgr.

Die Haltkraft der Nägel wird am meisten durch den Druck der nach unten gedrängten Fasern, die beim Herausziehen der Nägel sich nähern wollen, und durch die Reibung bewirkt, welche der Druck des auseinandergedrängten Holzes gegen die Nagelwände erzeugt. Die Grösse dieses Drucks ist anfangs proportional der Weite des Loches, aber nach einiger Zeit bei Löchern verschiedener Weite gleich, und vermindert sich dann immer mehr, weil die zusammengedrängten Holzfasern ihre Spannkraft verlieren und nach und nach verfaulen. Auch wirken noch horizontale Kräfte, hervorgebracht durch das Schlängeln der Maschinen und Wagen vermittelst der Schienen und Nägel auf die allmähliche Erweiterung des Loches. Sobald der Nagel nicht mehr fest sitzt, muss derselbe an einer andern Stelle eingeschlagen oder die Schwelle erneuert werden.

Die Haltkraft der Nägel ist im Eichenholze ungefähr doppelt so gross, als im Nadelholze, aus diesem Grunde und besonders wegen des grössern Widerstandes gegen seitliche Verschiebung der Nägel, welche auch im Eichenholze viel grösser ist, verbunden mit einer längern Dauer dieses Holzes, verdienen die Eichenholzschwellen den Vorzug. Das Imprägniren der Schwellen hat auf die Haltkraft der Nägel keinen wesentlichen Einfluss. Die prismatischen Nägel sind den keilförmigen vorzuziehen, da die letzteren dem seitlichen Drucke einen 8—19 Procent geringern Widerstand bieten, schneller locker werden und mehr kosten. Da der quadratische Nagel gegen den runden bei gleichem Volumen und gleicher Länge eine 1,13mal so grosse Oberfläche hat, so hat dieser eine grössere Haltkraft.

Nach den Versuchen von Funk und von Kaven ist für die im Holze steckende Oberfläche F des Nagels die Kraft P, welche ein Ausreissen des Nagels in der Richtung der Nagelachse bewirkt, und die Kraft Q, welche senkrecht dazu thätig ist und ein Lockern des Nagels (eine Verschiebung um 25mm) hervorbringt:

für Nadelholz	für Eichenholz
$P = 25\,F$ in Klgr.	$P = 50\,F$ in Klgr.
$Q = 19\,F$ - -	$Q = 26\,F$ - -

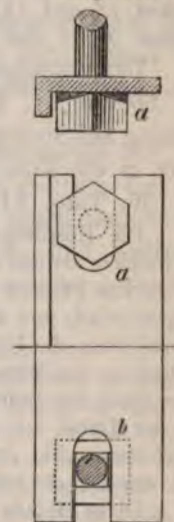
F ist in □Centimetern auszudrücken.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Sicherheit der Holzschrauben und Nägel gegen das Losewerden, besonders wenn die Holzschwellen durch Fäulniss bereits ge-

[35]) Die Verkehrsmittel auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1867, p. 91.

litten haben, eine sehr geringe ist. Daher bestimmen die **Technischen Vereinbarungen des D. E. V. § 21. Befestigungen breitbasiger Schienen an den Stössen blos mit Hakennägeln oder Schrauben sind in Hauptgleisen unzulässig.** (Es sind stets Laschen erforderlich.) Man hat deshalb auch vielfach versucht, Schraubenbolzen, deren Kopf unterhalb und deren Mutter oberhalb der Unterlage angeordnet, oder umgekehrt, namentlich an den Stössen anzuwenden. Diese Befestigung hat man sowohl für Brückschienen (Fig. 55, Tafel XIII), als breitbasige Schienen (Fig. 53, 56—58, Tafel XIII), als auch für Schienenstühle (Fig. 4, Tafel XII) zur Anwendung gebracht. Die Brück- und breitbasigen Schienen liegen dabei meist auf Unterlagsplatten, welche mit 2 Leisten oder Ansätzen versehen sind; ein Deckplättchen (Oberblech) liegt zum Theil auf dem Schienenfusse, zum Theil auf einer Leiste und wird durch die Schraubenmutter resp. den Schraubenkopf festgedrückt; nur selten fehlt das Oberblech (Fig. 53). Zur Erzielung eines genaueren Anschliessens der Deckplättchen und zur Verhütung des Geräusches, welches dieselben verursachen, wenn sie nicht ganz festgedrückt werden, hat man auf der Schlesischen Gebirgsbahn eine Zwischenlage von Asphaltfilz *a* (Fig. 58, Tafel XIII und Fig. 23, Tafel XII) angewendet; das Drehen der Deckplättchen wird daselbst durch eine Rippe verhindert; gewöhnlich wird dies durch schiefe Flächen bewirkt (Fig. 55 und 57, Tafel XIII). Auf der Braunschweigschen Eisenbahn treten die Schraubenbolzen der Stossschwelle durch Löcher in den Fuss der Winkellasche (Fig. 56, Tafel XIII) und ausserdem noch bei einer Schwelle in der Schienenmitte durch Löcher in den Fuss der Schiene; auf den übrigen Mittelschwellen geschieht die Befestigung durch Hakennägel. Zur Verhinderung des Drehens der Schraubenbolzen beim Anziehen der Muttern wendet man theils einen krückenförmigen Kopf (Fig. 53, Tafel XIII) theils einen viereckigen Schaft oder eine Nase, sowie auch vorspringende Spitzen am Kopf, welche sich in das Holz eindrücken, an. In Fig. 55, Tafel XIII liegen die dreieckigen Muttern unten; spitzige Ansätze an den Ecken drücken sich gleichfalls in die Schwellen ein und verhindern das Drehen der Muttern beim Einschrauben der Bolzen. Wenn der Kopf unten liegt, ist es zweckmässig, für denselben eine grosse Unterlagscheibe (Unterblech) anzuwenden, um das starke Eindringen in das Holz zu verhüten. Gewöhnlich wendet man für je zwei Bolzen ein Unterblech an (Fig. 18 nebenstehend), wobei dann auch, entweder durch eine angewalzte Rippe, an welche sich der sechseckige Kopf des Schraubenbolzens anlegt, wie bei dem Oberbau der Schlesischen Gebirgsbahn (*a* Fig. 18) oder durch das Eingreifen des viereckigen Ansatzes am Schaft des Bolzens, wie bei *b* gezeichnet und wie es ähnlich auf der Braunschweigischen Eisenbahn ausgeführt ist, sehr sicher das Drehen der Bolzen beim Anziehen der Muttern verhindert wird.

Fig. 18.



Die Schraubenbolzen bieten gegenüber den Nägeln und Holzschrauben den Vortheil, dass die Befestigung eine sichere ist und das Spalten des Holzes gänzlich vermindert wird, dagegen zeigen sie folgende Nachtheile: a. durch Erweiterung der Löcher, seitliche Verrückungen und Biegung der Bolzen finden Spurerweiterungen statt; b. die Schraubenbolzen müssen, wenn die Muttern oben liegen, von unten eingeschoben werden; dadurch muss die ganze Bettung unter den Schwellen jedesmal weggeräumt werden und wird das Einziehen neuer Schwellen sehr erschwert oder

es muss, wenn die Muttern unten liegen, ebenfalls ein Theil der Bettung beseitigt werden. um das Anschrauben derselben zu ermöglichen; c. das Anpressen der Schienen auf die Schwellen wird durch das Quellen des Holzes infolge Nässe stärker und durch das Schwinden beim Austrocknen schwächer; d. die Schraubenmuttern rosten leicht fest, können nach erfolgter Eintrocknung des Holzes oder beim Eindrücken der Schienen in die Schwelle dann nicht nachgezogen werden, wie es erforderlich wäre, und verursachen, dass die Bolzen und Oberbleche bei der Fahrt ein sehr störendes Klappern ertönen lassen; e. die Kosten sind beträchtlich höher, als bei Nägeln.

Dieser Nachtheile wegen ist eine vollständige Befestigung der Schienen blos durch Schraubenbolzen schon längst nicht mehr üblich; auf einzelnen Bahnen werden sie nur noch an den Stossschwellen, auf der Braunschweigischen Eisenbahn, wie oben bemerkt, auch noch bei einer oder zwei Mittelschwellen angewendet. Auf der Stargard-Cöslin-Collberger Bahn hat man nur auf der innern Seite der Schienen auf der Stossschwelle zwei Schraubenbolzen gewählt (weil die Tendenz der Schiene zum Umkanten um die äussere Kante grösser ist, als um die innere), während für die äussere Schienenseite und bei sämmtlichen Zwischenschwellen je zwei Nägel verwendet werden. Gewöhnlich werden an dem Stosse nur zwei Schraubenbolzen verwendet, während auf der Braunschweigischen Eisenbahn drei Bolzen am Stosse im Gebrauch sind.

Von 10 deutschen Vereinsbahnen, auf welchen früher die Schraubenbolzen (wenigstens am Stoss der Schienen) in Anwendung waren, sind in neuerer Zeit acht Bahnen zu den einfachern und billigern Schienennägeln übergegangen.

Die Stärke der auf den deutschen Bahnen noch üblichen Schraubenbolzen variirt zwischen 18 und $19\frac{1}{2}^{mm}$, die Länge zwischen 182 und 222^{mm} und das Gewicht pro Stück zwischen 0,575 und 0,8 Kilogr.

Zur Befestigung der Schienenstühle sind früher in England häufig Holzdübel (Fig. 50 und 51, Tafel XIII) in Anwendung gekommen, während dieselben zur Befestigung auf Steinunterlagen auch jetzt noch im Gebrauch sind; bei letztern wird aber immer in die Mitte ein langer eiserner keilförmiger Nagel mit oder ohne Widerhaken (Fig. 36, Tafel XIII) eingetrieben.

Die Holzdübel für Querschwellen wurden aus astfreiem englischen Eichenholze, welches weicher als das unsrige ist, durch anfängliches rohes Ausschneiden, nachheriges Dämpfen und starkes Pressen in eisernen Formen (wobei das Holz auf $\frac{2}{3}$ seines früheren Volumens gebracht wird) und Abdrehen hergestellt. Die Bohrung bei Fig. 51 hat den Zweck, zu verhindern, dass die Dübel kernrissig werden; ist der Dübel einmal eingeschlagen, so wird die Höhlung in der Mitte durch einen Holzpfropf oder eisernen Dorn fest verschlossen, damit die Nässe nicht hineindringe. Zur Erleichterung des Eintreibens und zum Schutz vor Fäulniss wird der Dübel mit einer Mischung aus Steinkohlentheer und Graphit überzogen. Das Loch im Schienenstuhle erweitert sich stets nach oben (Fig. 1 bis 3, Tafel XII) und der obere Theil des Dübels erhält beim Zusammenpressen eine konische Form.

Diese Holzdübel geben zwar anfangs eine gute Befestigung; dieselbe wird aber nach 6—8 Jahren, wenn das Holz anfängt durch Fäulniss zu leiden, sehr unsicher. Nicht selten sind dieselben abgescheert und dadurch gefährliche Entgleisungen[36]) herbeigeführt worden. Jetzt wird diese Art Holzdübel nicht mehr angewandt.

Anders verhält es sich mit den Dübeln zur Befestigung der Stühle bei Steinunterlagen: dieselben haben mehr den Zweck das Loch mit einem elastischen Material zu füllen, in welches der eiserne Schienennagel eingeschlagen wird und besser haften kann; ausserdem ist der Dübel gegen den Einfluss der Nässe durch den grossen

[36]) So am 13. Juli 1864 auf dem Harwich-Zweige der Great-Eastern Bahn. Siehe Organ 1865, p. 74.

Nagelkopf geschützt. Diese Dübel müssen streng in das Loch passen. Um den dichten Anschluss des Holzes an den Steinwandungen zu erzielen, steckt man häufig in einen Spalt am untern Ende des Dübels ein Holz- oder Eisenkeilchen (Fig. 36, Tafel XIII), welches beim Eintreiben des Dübels denselben auseinander treibt, sobald das Keilchen den Boden des Lochs berührt. Auch zur Befestigung der breitbasigen Schienen auf Steinunterlagen sind Holzdübel in Anwendung gekommen, und dienen dieselben auch hier nur zur Aufnahme der eisernen Hakennägel.

Der in Fig. 49, Tafel XIII dargestellte Federnagel (System Dering), aus gehärtetem Federstahl bestehend, war auf der Pariser Ausstellung (1867) vorgeführt. Derselbe soll die Befestigung der Schienenstühle auf den Holzschwellen im höchsten Grade sichern, indem in Folge seines Ausdehnungsbestrebens ein Spiel in den Löchern unmöglich ist. Der Preis eines solchen Federnagels ist 10—15 Pfennige.

§ 16. Stellung der Nägel, Unterlagsplatten und Ringe, Verhinderung der Längenverschiebung der Schienen. — Die Entfernung der Nägel auf Langschwellen betrug bei Flachschienen gewöhnlich 400—800^{mm}, bei Brück- und breitbasigen Schienen werden sie abwechselnd auf beiden Seiten eingeschlagen und zwar auf jeder Seite in Entfernungen von 750—900 ^{mm}. Auf Querschwellen befestigt man in der Regel die Schiene auf jeder Schwelle durch zwei Nägel, welche, um das Spalten des Holzes zu verhindern, etwas gegeneinander versetzt werden. Bei festen Stössen werden gewöhnlich vier Nägel in die Schwellen geschlagen (wenn nicht Schraubenbolzen mit Deckblechen oder Winkellaschen angewandt werden, wo zwei bis drei Schraubenbolzen genügen); zu dem Ende muss die Stossschwelle breiter sein, als die Zwischenschwellen.[37] In starken Curven, wo der seitliche Druck durch die Centrifugalkraft bedeutend grösser wird, werden bei den meisten Bahnen in jede Schwelle an der äusseren Seite des äusseren Schienenstranges zwei Nägel eingeschlagen (es kommen dann auf jede Mittelschwelle für den äusseren und inneren Schienenstrang im Ganzen fünf Nägel).

Durch die Last drücken sich die Schienen etwas in die Schwellen ein, zumal am Stosse, wo sich die Last auf eine kürzere Länge vertheilt und der Uebergang des Rades von einer Schiene auf die andere immer einen Schlag durch den entstehenden Absatz veranlasst. Man hat daher bei den Flach-, Brück- und breitbasigen Schienen an den Stössen fast immer Unterlagsplatten angewendet, welche die Eindrücke und somit auch die Grösse des Absatzes vermindern.

Den bei Flachschienen angewandten Unterlagsplatten gab man etwa 130—160^{mm} Länge, 6—8^{mm} Dicke und eine Breite gleich der Breite des Schienenfusses, zuweilen aber auch eine etwas grössere. Durch diese Platten gingen die beiden Nägel an den Enden der Schienen; öfters nahm man auch an den Stössen Holzschrauben und an den Zwischenstellen Nägel.

Bei den Brückschienen hat man Unterlagsplatten mit zwei Leisten, zwischen welchen die Schiene liegt (Fig. 55, Tafel XIII), oder mit einem Sattel, welcher zwischen die beiden Stege greift, angewandt.

Bei den Strassenbahnschienen kommen in der Regel Unterlagsplatten in Anwendung; dieselben sind z. B. bei der Schiene Fig. 4, Tafel XI 280^{mm} lang, 102^{mm} breit und 10^{mm} dick, diese Platte hat vier längliche Löcher, durch welche die Nägel in den beiden Schienenenden hindurch treten; bei der Schiene Fig. 5 besteht die Unterlagsplatte aus einem aufgenagelten Halbcylinder von 380^{mm} Länge und 33^{mm} Durchmesser, welcher genau in die Höhlung der Schiene passt.

---

[37]) Die Bremen-Oldenburger Bahn nagelt mit nur drei Nägeln an den ruhenden Stössen, eine Anordnung, welche auch für die Hannoversche Staatsbahn genehmigt und bei guter Verlaschung ausreichend ist.

Bei breitbasigen Schienen auf Querschwellen mit festem Stosse hat man vor Einführung der Laschen allgemein Unterlagsplatten angewendet, um ein stärkeres Eindrücken in die Schwelle und die Bildung des Absatzes zu verhindern. Man bringt aber auch jetzt noch häufig an den Stössen die Unterlagsplatten an, obwohl dieselben bei einer guten Laschenconstruction eher von Nachtheil sind und zweckmässiger am Stosse weggelassen werden. — Durch die feste Unterstützung der Stossplatten treten nämlich die nicht unbedeutenden Differenzen in der Höhe der Schienen um so merklicher hervor, während, wenn die Stossverbindung nur durch kräftige Laschen bei scharf unterschnittenem Schienenkopf vermittelt wird, die nur unbedeutenden Höhendifferenzen der Schienenköpfe in Betracht kommen. Ausserdem werden auch die auf den Stossplatten ruhenden Schienenenden durch die heftigen Schläge, welche die Räder bei dem Ueberspringen der Fugen und Absätze auf sie ausüben, wie auf einem Ambos gehämmert, und die Schienenenden breitgeschlagen und zerstört. Diese Mängel zeigen sich da, wo Unterlagsplatten am Stoss nicht verwendet werden, fast gar nicht.

Dagegen bieten die Unterlagsplatten auf einzelnen Mittelschwellen oder bei schwebenden Stössen auf den dem Stosse zunächst liegenden Schwellen, besonders in Curven, den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass sie die Befestigung durch die Nägel verstärken. Die seitlichen Stösse nämlich, welche durch die Schienen ein Verdrängen und Lockern der äusseren Nägel hervorzubringen trachten, werden durch die Unterlagsplatten, durch welche die Nägel hindurchgehen, auch auf die inneren Nägel übertragen, und so alle Nägel einer Platte in Mitleidenschaft gezogen.

Der § 25 der Technischen Vereinbarungen besagt: **Zur Erhaltung einer guten Gleislage hat sich bei Holzschwellen als einfaches, verhältnissmässig wohlfeiles und sehr zweckentsprechendes Mittel die Anwendung von eisernen Unterlagsplatten erwiesen und ist deren Anzahl je nach den Betriebsverhältnissen, je nach der Schärfe der Curven und nach der Gattung der verwendeten Schwellen zu bemessen. Auch in geraden Bahnstrecken wird, bei Schwellen aus weichem Holz und bei frequentem Betriebe, ausser der Anwendung von Stossplatten jene von Zwischenplatten empfohlen.**

In früherer Zeit sind zuweilen gusseiserne Unterlagsplatten, wie die Fig. 12, Tafel XII von der Main-Neckarbahn, zur Anwendung gekommen, dieselben hatten den Zweck, das einseitige Eindrücken der Schienenenden und gleichzeitig die Längenverschiebung der Schienen zu verhindern. Die Stossplatte hat zu dem Ende auf beiden Seiten eine vorspringende dreieckige Nase, derselben entsprechend waren die Ecken der Schienenfüsse weggenommen, welche auf der in die Schwelle eingelassenen Platte ruhend, gegen diese Nase zu stehen kamen. Die Hakennägel (Fig. 37, Tafel XIII) wurden zu beiden Seiten der Platte eingeschlagen und griffen über den Schienenfuss. Diese gegossenen Platten zerbrachen sehr häufig.

Jetzt werden die Unterlagsplatten allgemein von Walzeisen hergestellt. Sobald die Nägel nicht durch die Platte hindurch gehen (Fig. 16, Tafel XII), ist eine Uebertragung der Stösse auf alle Nägel unmöglich und die Platte schützt dann nur gegen das starke Eindrücken der Schienen in die Schwellen. Man lässt indess meist die Nägel auf beiden Seiten durch die Platte gehen, um den nach beiden Seiten gerichteten Stössen entgegenzuwirken.

Gewöhnlich giebt man den Platten auf der äussern Seite eine Leiste oder Rippe (Fig. 13, Tafel XII und Fig. 52, Tafel XIII), oder auf jeder Seite eine solche (Fig 15, 19, Tafel XII und Fig. 54, 57 und 58, Tafel XIII). Dadurch erlangt man an den Stössen den Vortheil, dass eine ungleiche Verrückung in horizontaler Richtung nicht

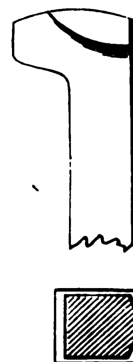
in starkem Maasse stattfinden kann; dieser Nutzen tritt jedoch jetzt, wo allgemein Laschen angewendet werden, welche denselben Vortheil gewähren, zurück. Diese Leisten haben aber auch an den Zwischenplatten den Vorzug, dass die seitlichen Drücke sich auf die Nägel, auch dann, wenn letztere nicht ganz an die Schiene anschliessen sollten, vertheilen, dass die unmittelbare Wirkung von Stössen auf die Nägel vermieden, und durch die höhere Unterstützung, welche der Rücken des Hakennagels an der Leiste findet, das Verbiegen des Nagels durch die seitlichen Stösse verhindert wird.

Früher hat man öfters die Platten oder besonders angewalzte Ansätze über den Schienenfuss gebogen (Fig. 14, 17 und 18, Tafel XII), und mit dem Namen Krempplatten belegt. Dieselben boten, ehe die Laschen angewendet wurden, den Vortheil, dass eine verschiedene Höhenlage beider Schienenenden eines Stosses in Folge Biegung der einen Schiene nach oben nicht entstehen konnte. Gewöhnlich wurde auf der umgekrempten Seite nur ein Nagel eingeschlagen. Seit Anwendung der Laschen sind aber Krempplatten unnöthig und kaum noch im Gebrauch.

Um die Schwellen an den Nagel- und Lagerstellen der Platten durch das starke Einschneiden für die Neigung der Schienen nicht zu sehr zu schwächen, hat man auf der Semmeringbahn der Sohle der Unterlagsplatte nach aussen eine grössere Dicke gegeben (Fig. 20 auf Tafel XII). Auf der Brenner-Bahn wendet man in den starken Curven von weniger als 316 Meter Radius die in Fig. 19, Tafel XII dargestellten Unterlagsplatten mit einer Rippe an der Basis und 4 versetzten Nagellöchern an; die in die Schwelle eingelassene Rippe verhindert die Seitenverschiebung und das Lockern der Nägel, ohne die Schwelle an den Nagelstellen zu schwächen. In solchen scharfen Curven werden auf eine Schienenlänge von $5^m,68$ mit 7 Schwellen drei und auf eine Schienenlänge von $6^m,63$ mit 8 Schwellen vier solcher Unterlagsplatten verwendet.

Auf den Stossschwellen der Gleise mit festen Stössen erhält die Platte, wenn nicht Schraubenbolzen zur Befestigung verwendet werden, stets 4 Nagellöcher, die gewöhnlich gegen einander versetzt sind (Fig. 15, 22 und 24, Tafel XII). Die meist kürzeren Zwischenplatten erhalten gewöhnlich zwei gegen einander versetzte Löcher, zuweilen aber auch drei Löcher (Fig. 13, Tafel XII). Diese letztere Art ist besonders für Unterlagsplatten bei Gleisen mit schwebenden Stössen auf den den Stössen zunächst gelegenen Schwellen zu empfehlen. Am zweckmässigsten werden die Löcher so gross gemacht, dass, wenn der Nagel vollständig an den Schienenfuss anschliesst, am Rücken des Nagels ein Spielraum von 1^{mm} bleibt, vorne vor dem Nagel (unter der Schiene) diese Lücke aber etwas grösser ist. Besser wäre es jedoch, um die seitlichen Drücke auf alle Nägel gut zu vertheilen, wenn der Spielraum am Rücken des Nagels wegfiele, doch muss dann eine sehr genaue Arbeit in Bezug auf Schienenfussbreite, Platte und Nagel vorausgesetzt werden. Um ungeachtet der Arbeitsmängel ein besseres Anschliessen des Rückens zu ermöglichen, hat man früher bei den Schienennägeln der Oesterreich. Staatsbahn den Rücken derselben oberhalb schneidig gemacht (Fig. 19), so dass er sich ein wenig in die Platte eindrücken konnte.

Fig. 19.



Als zweckmässige Dimensionen der Unterlagsplatten sind für Hauptbahnen zu empfehlen: Länge (in der Schienenrichtung) der Stossplatten = $180—210^{mm}$, Länge der Zwischenplatten mit 2 Löchern = 100^{mm}, desgleichen mit 3 Löchern = $125—140^{mm}$, Breite der Platten = $160—200^{mm}$, Dicke derselben = $9—12^{mm}$, Dicke der Leisten

$= 6^{mm}$, kleinste Entfernung der Lochmitten vom Rande $= 30^{mm}$ (in der Längsrichtung). Wenn der Schienenfuss für alle durch die Platten gehenden Löcher Einschnitte hat, so kann die Breite der Platte entsprechend kleiner sein.

Nach Winkler (Eisenbahn-Oberbau 3. Auflage p. 165) sind die zweckmässigsten Dimensionen der Unterlagsplatten, wenn h die Schienenhöhe und b die Schienenfussbreite bezeichnet: Dicke der Platte $= 0{,}077\ h$, Höhe der Leisten $= 0{,}051\ h$, Breite der Platten (senkr. z. Schiene) $= 1{,}8\ b$, Abstand der Leisten von der Schienenmitte $= 0{,}5\ b + 0{,}5^{mm}$.

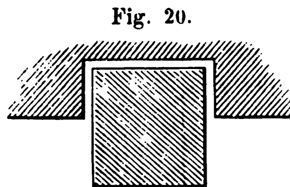
An Stelle der Unterlagsplatten und um das Losewerden der Schienennägel und somit eine Erweiterung des Gleises zu verhindern, hat Desbrières (1863) gusseiserne Ringe (Fig. 59 und 60, Tafel XIII), welche den obern Theil des Nagelschaftes umschliessen und in die Holzschwellen eingelassen sind, angebracht.

Der mittlere Durchmesser des konischen Rings beträgt 54^{mm}, seine Höhe $= 36^{mm}$, ist aber in jenem Theile von 13^{mm} Breite, in welchem er von der Schiene überdeckt wird, etwas niedriger. Die Basis des Ringes ist kugelförmig, in einer Höhe von 9^{mm} ausgehöhlt; sein Gewicht ist 250 Gramm. Bei den Schienenstössen werden Doppelringe b angewendet. Der Preis der Ringe stellt sich pro Kilometer Bahngleise auf 300 Frcs. und ist bedeutend billiger als Unterlagsplatten. Durch Anwendung dieser Ringe, für welche in dem vorgebohrten Nagelloche mittelst eines in einem Dorne steckenden Bohrmessers die Höhlung in der Schwelle ausgefräst wird, werden die seitlichen Drücke vertheilt und die dem Zermalmen ausgesetzte Fläche der Holzfasern verdoppelt und dadurch das Erweitern der Löcher gemindert. Die Festigkeit gegen verticale Kräfte wird dadurch aber geringer, weil der Nagel auf eine kürzere Länge im Holze steckt, welcher Uebelstand nur durch längere, also auch theuerere Nägel und dickere Schwellen gehoben werden kann. Für Eichen- oder Lärchenschwellen sind diese Ringe nicht bestimmt, ihr Hauptzweck ist ihre Verwendung in weichem Holz und sollen sich dieselben auf mehreren französischen und algierischen Bahnlinien bewährt und das Losewerden der Schienennägel verhindert haben.

Zu demselben Zwecke bedient sich die Paris-Orleans Bahn bei allen Linien ihres Netzes kleiner eiserner oder stählerner Keile, welche hinter den Nägeln in den Schwellen eingetrieben werden und seit mehrjährigem Gebrauche gute Dienste leisten.

Die Längenverschiebung der Schienen, welche besonders auf zweigleisigen und stark geneigten Strecken, die nur in einer Richtung befahren werden, sehr merklich vorkommen, muss verhindert werden, ohne dass der Schiene die Möglichkeit einer Längenausdehnung genommen wird. Zu dem Ende befestigt man jede Schiene an einer Stelle so mit der Unterlage, dass sie sich auf derselben nicht verschieben kann. Bei den Stuhlschienen ist eine solche Befestigung weniger erforderlich. Gewöhnlich schlägt man bei ihnen die Keile da, wo sich Längenverschiebungen zeigen, nach verschiedenen Richtungen ein, oder man versieht die Schienen neben einem Stuhle mit zwei kurzen Zapfen, welche in den Steg der Schiene eingenietet werden.

Fig. 20.



Bei den breitbasigen Schienen ist es allgemein üblich, die Nägel an der Endschwelle oder an den mittelsten Schwellen in den eingeklinkten Schienenfuss eintreten zu lassen (Fig. 20). Diese Einklinkungen wurden in Deutschland zuerst an der Berlin-Anhaltischen Bahn (1841) angewandt.[38]

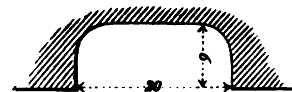
Werden diese Einklinkungen an den mittelsten Schwellen angebracht, so ist es zweckmässig, sie auf zwei Schwellen zu vertheilen, und die Einklinkung auf der

[38]) v. Weber, Stabilität des Gefüges der Eisenbahn-Gleise, S. 42.

äussern Seite auf der einen und die auf der innern Seite des Schienenfusses auf der andern von den mittleren Schwellen anzuordnen, um die Schiene an einer Stelle nicht zu sehr zu schwächen. Besonders vorsichtig muss mit den Einklinkungen der viel spröderen Stahlschienen verfahren werden, da es häufig vorgekommen ist, dass diese namentlich an den eingeklinkten Stellen schon bei dem mit dem Transport verbundenen Auf- und Abladen zerbrachen.

Dieser Uebelstand tritt um so stärker auf, je mehr die Einklinkungen sich in der Mitte der Schienen befinden, und je schärfer sie in den Schienenfuss eingeschnitten werden. Deshalb empfiehlt es sich, diese Einklinkungen bei Stahlschienen mit abgerundeten Ecken (von 3mm Radius, Fig. 21) und nur in der Anzahl von zwei an einem Ende der Schiene auszuführen.

Fig. 21.

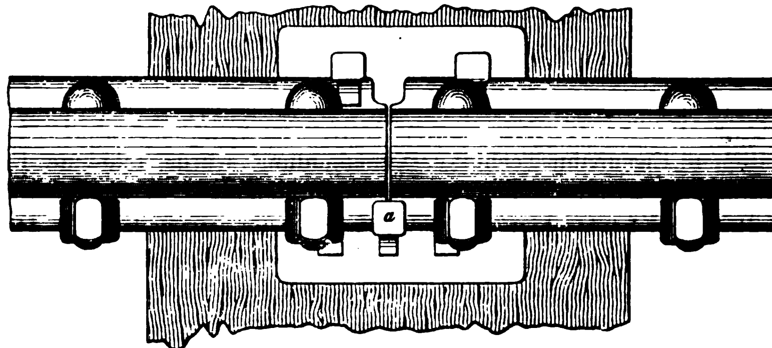


Am besten aber ist es, bei Stahlschienen diese Einklinkungen ganz wegzulassen; und dann verwendet man gerne, bei festen Stössen, den von **Atzinger** (1866) auf der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn eingeführten Stosswinkel (Fig. 54, Tafel XIII), welcher durch die zwei innern Laschenbolzen festgehalten wird und sich gegen die beiden Hakennägel stemmt.

Stosswinkel, diesen ähnlich, hat man auf der Muldenthalbahn in Sachsen für schwebende Stösse angewendet (s. Organ, 1876. S. 137).

Bei festem Stoss kann man auch, wie dies in neuester Zeit auf der Nassauischen Staatsbahn geschehen, an beiden Enden der Schienen halbe Einklinkungen anbringen lassen und in die Stossplatte wird dann, wie Fig. 22 zeigt, in der

Fig. 22.

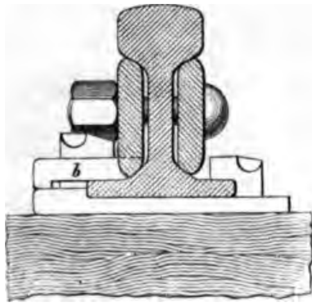


= 1/5 nat. Grösse.

Mitte dicht innerhalb der Leiste noch ein fünftes Nagelloch eingepresst, in welches ein gewöhnlicher Hakennagel *a* mit dem Haken nach auswärts so eingeschlagen wird, dass der Nagelschaft in die beiden halben Einklinkungen auf der äussern Seite eingreift und die Längenverschiebung auf das Wirksamste verhindert, während die halben Einklinkungen an der andern Seite erst beim Umwenden der Schienen benutzt werden. Für schwebende Stösse hat **Hilf** bei der Nassauischen Staatsbahn an der äussern Seite auf den Unterlagsplatten, nächst dem Stosse, Deckplättchen *b* — welche über den Fuss der Schienen bis zum Stege reichen und an welche die

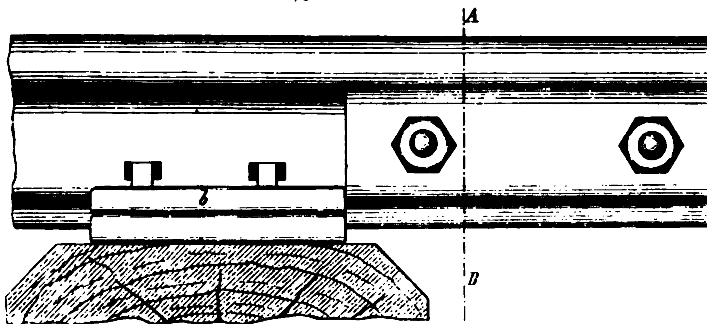
äusseren Laschen mit der untern Kante, wie nebenstehende Fig. 23 und 24 erläutert, anstossen — mit den gewöhnlichen, nur etwas längern Schienennägeln aufnageln lassen, wodurch die Längenverschiebung der Schienen, ohne jegliche Einklinkung, sehr wirksam verhindert wird. In ähnlicher Weise hat Schneider bei der Bergisch-Märkischen Bahn besondere, nach dem Schienenfuss geformte und bis vor die Lasche am untern Ende reichende sog. Vorstossplatten ohne Unterlagsplatten in Anwendung gebracht, welche durch zwei Hakennägel auf der Schwelle nächst dem Stosse befestigt werden.

Fig. 23.
Schnitt $A-B$.



Ferner besteht bei schwebenden Stössen das einfachste Mittel, die Längsverschiebung des Gleises zu verhindern, in der Anwendung eines Nagels mit verlängertem Kopfe, der an das Ende der Laschen stösst. Die Wirksamkeit dieses Mittels hängt aber sehr von der Sorgfalt ab, mit der bei der Unterhaltung der Bahn auf steten Anschluss des Nagels an die Lasche gesehen wird.[39])

Fig. 24.
= 1/5 nat. Grösse.



Seit Einführung der Winkellaschen werden diese durch directen Anschluss an die Schwellen oder Nägel als Mittel gegen die Längsverschiebung der Schienen benutzt.

Bei der VI. im J. 1874 in Düsseldorf abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung wurde folgende Fassung des die Einklinkungen bei Stahlschienen betreffenden Referates angenommen: »Einklinkungen der Bessemer-Stahlschienen sind thunlichst zu vermeiden. — Die bis jetzt behufs Vermeidung der Einklinkungen angewendeten Constructionen, bestehend in der Anbringung von Vorstossplatten, bez. Stosswinkeln, bez. Winkellaschen haben sämmtlich genügt, um eine wesentliche Verschiebung der Schienen hintanzuhalten. Wenn auch die bisherigen Erfahrungen noch nicht ausreichen, um eine der angewendeten Constructionen, als dem angestrebten Zwecke am meisten entsprechend, zur allgemeinen Anwendung zu empfehlen, so verdienen dieselben doch unbedingt den Vorzug vor der Anwendung von Einklinkungen.« Die Schlussfolgerung eines anderen Referats lautet: »Als wirksamstes Mittel, das Fortbewegen des Schienengestänges ohne Einklinkungen zu verhüten, hat sich die Anwendung von schweren Winkellaschen erwiesen, in welchen die Einklinkungen angebracht werden können. Kräftige Stosswinkel können in zweiter Reihe empfohlen werden. Auch sogenannte

---

39) Deutsche Bauzeitung 1874 S. 262 und Organ 1876 S. 137.

Vorstossplatten scheinen sich zu bewähren; es dürften jedoch noch weitere Erfahrungen abzuwarten sein, um hierüber ein bestimmtes Urtheil fällen zu können.«

§ 17. Steinwürfel-Unterlagen. — Steinwürfel wurden als Unterlagen in der ersten Zeit nach dem Entstehen der Eisenbahnen vorzüglich in England für Stuhlschienen viel angewendet, und später von einigen deutschen Bahnen, der Nürnberg-Fürther, der Taunus- und der Bayerischen Staats-Bahn, welche das Stuhlsystem besassen, in Gebrauch genommen. Da jedoch diese Unterlagen ein hartes, unelastisches Fahren bewirkten und vorzüglich an den festen Stossverbindungen zu den heftigsten Stössen Veranlassung gaben, kamen die Steinwürfel sehr bald in Misscredit und verschwanden allmählich, indem sie durch die elastischen Holzschwellen ersetzt wurden.

Erst in den letzten 15 Jahren, seitdem das Holz bedenklich seltener und theuerer wurde, und die Stossverbindung durch Anwendung der ausgezeichneten Laschenconstruction erhebliche Fortschritte gemacht hatte, verfiel man wieder auf die Steinwürfel als Unterlagen, verwendete dieselben jedoch jetzt für breitbasige Schienen und erzielte nun besonders bei Anwendung schwebender Stösse sehr gute Resultate, hauptsächlich deshalb, weil der Vortheil der erheblich längeren Dauer der Steinwürfel schwer in's Gewicht fiel. — Ende 1870 waren auf deutschen Eisenbahnen, hauptsächlich in Bayern, Württemberg und Baden bereits 54 Meilen eingleisiger Hauptbahnen mit Steinwürfeloberbau ausgeführt.

Wegen der grossen Sprödigkeit und geringern Biegungsfestigkeit kann das Steinmaterial nur zu Einzelunterlagen verwendet werden, wenn auch in Amerika wohl steinerne Langschwellen, aber immer nur vereinzelt in Anwendung gekommen sind.

Zu Steinwürfeln eignen sich besonders die festeren Sandsteinsorten, Granit, Dolomit, Marmor und dergleichen. Die Steine müssen zunächst genügend fest sein, um namentlich dem Eintreiben der Dübel und Nägel zu widerstehen, und dann genügend luft- und frostbeständig. Weicher Sandstein hat sich durchaus nicht bewährt, während die Findlingssandsteine sehr geeignet sind.

Die Steine haben gewöhnlich eine quadratische Grundfläche von 500—700^{mm} Seite und eine Höhe von 250—400^{mm}; für die Stösse verwendet man zuweilen grössere Steine. Der Abstand der Steine ist von Mitte zu Mitte 0^{m},9 bis 1^{m},25, an den schwebenden Stössen 0^{m},85 bis 1^{m},0. Nach Winkler (Der Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage p. 136) kann man für Hauptbahnen mit breitbasigen Schienen folgende Verhältnisse annehmen: Seite der Grundfläche = 600^{mm}, Höhe des Steins = 300^{mm}, ferner a) wenn die Steinwürfelseiten eine parallele Lage zu den Schienen haben: Entfernung der Mittelwürfel von Mitte zu Mitte = 1^{m},0, der Stosswürfel für festen Stoss = 0^{m},92, für schwebenden Stoss = 0^{m},84, b) wenn dieselben eine diagonale Lage haben: Entfernung der Mittelwürfel = 1^{m},15, der Stosswürfel für festen Stoss = 1^{m},07, für schwebenden Stoss = 0^{m},99. — Ist D der Druck eines Rades in Tonnen, und b und h Breite und Höhe der Steinwürfel, so ist

$$b = 322 \sqrt[3]{D} \text{ in Millimeter, } h = \tfrac{1}{2} b.$$

Die Steine werden an der untern und an den Seiten-Flächen nur roh bearbeitet, müssen aber möglichst vollkantig und in ihrer Oberfläche rein behauen, sowie in ihrer Unterfläche möglichst parallel mit der Oberfläche sein: da, wo der Schienenstuhl oder der Schienenfuss aufliegt, lässt man die Fläche etwas glatter bearbeiten. Die Steinwürfel erhalten meist 2 Dübel- oder Bolzenlöcher zum Befestigen der Schienenstühle oder breitbasigen Schienen. Die Dübellöcher sind gewöhnlich 33—40^{mm} weit

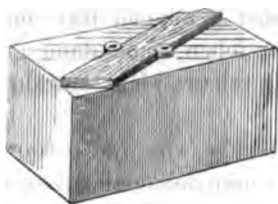
und der Länge des Dübels entsprechend tief; die aus bestem harten Holze (wie in § 15 angegeben) gefertigten Dübel werden vor dem Eintreiben in Theeröl getränkt, die wohl gereinigten und ausgetrockneten Dübellöcher zur Hälfte mit heissem Theer ausgefüllt und nach dem Eintreiben die Dübeloberfläche mit Theer oder Asphaltcement übergossen. Die Dübel selbst sind mit vorgebohrten Löchern versehen, in welche dann die Haken- oder Stuhl-Nägel (Fig. 3 und 11, Tafel XII, sowie Fig. 36, Tafel XIII) eingetrieben werden.

Da weichere Steine durch das Eintreiben der Dübel und Nägel, wenn solches nicht mit grosser Vorsicht geschieht, leicht zersprengt und daher in kurzer Zeit zerstört werden, so bedient man sich in neuerer Zeit auf der Württembergischen Staatsbahn der durchgehenden Schraubenbolzen, indem beim Würfeloberbau die in § 15 gerügten Mängel der Schraubenbolzen weniger hervortreten. Die Löcher für die Schraubenbolzen sind diesen entsprechend 18—20^{mm} weit; die Bolzen sind unterhalb durch einen gemeinschaftlichen Steg verbunden, gegen dessen aufgebogene Enden der Kopf des Bolzens sich stemmt und so ein Drehen der Mutter verhindert.

Das Bohren der Dübel- und Bolzenlöcher geschieht mittelst besonderer Steinbohrmaschinen, welche im VIII. Capitel § 4 besprochen werden.

Um die Unebenheiten der Auflagefläche für Schienenstühle oder Schienen auszugleichen, den Druck auf den Stein möglichst gleichmässig zu vertheilen, die Stösse möglichst zu mässigen und dadurch den Stein zu schonen, was namentlich bei weichem Steinmaterial nöthig ist, hat man oft ein elastisches Zwischenmittel, z. B. getheerten Filz, Asphaltfilz (Fig. 3, Tafel XII) oder auch eine Holzzwischenlage (Fig. 11, Tafel XII) angewendet. Bei härteren Steinen kann dieselbe jedoch, wie es bei den Steinunterlagen der Bayrischen Staatsbahn jetzt allgemein geschieht, entbehrt werden.

Fig. 25.



Da auf der Taunusbahn vorzugsweise weiche Sandsteinwürfel in Verwendung sind, in welche sich die breitbasigen Schienenfüsse bald einarbeiten, so werden daselbst seit 10 Jahren 20^{mm} starke Holzplatten von der Breite des Schienenfusses in eine ca. 10^{mm} tiefe Nuth des Steins gelegt, welche die Holzplatte gegen Zerspringen und seitliche Ausweichung schützt, während die dort üblichen Dübel deren Verschiebung in der Längenrichtung verhindert. (Siehe nebenstehende Fig. 25.)

Diese Holzplatten werden unter starkem Druck mit Creosotöl präparirt und hat sich diese combinirte Art des Steinfundaments, welches selbst für das Ohr den ohne Unterlage vorhandenen harten Ton des Zuggeräusches aufhebt, auf der Taunusbahn ganz vorzüglich bewährt, während Versuche mit ähnlichen ca 25^{mm} starken Holzplatten auf der Hannover'schen Staatsbahn, wo man dieselben wahrscheinlich zu scharf in die Nuth des Steins einpasste, sehr ungünstig ausfielen, indem die Steine durch das Quellen der Holzplatten gesprengt wurden.

Bei dem früher in Baden (1854) versuchsweise angewendeten Ruppert'schen System lagen auf den Steinwürfeln in entsprechenden (90^{mm}) Vertiefungen kurze Langschwellen von 900^{mm} Länge, 300^{mm} Breite, auf den Stosswürfeln 180^{mm}, auf den Zwischenwürfeln 150^{mm} dick, die nicht besonders befestigt wurden. Dieses System hat sich durch die Vergänglichkeit des Holzes, ungenügende Erhaltung der Spurweite, Verschiebungen der nicht befestigten Langschwellen und besonders dadurch nicht bewährt, dass durch das Auswechseln einzelner schadhafter Schwellen, neues und altes Holz von verschiedener Elasticität und Zusammen-

pressbarkeit, in beiden Schienensträngen aufeinanderfolgten, oder sich gegenüberlagen, wodurch die darüber fahrenden Bahnfahrzeuge gefährliche Schwankungen erlitten.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Technikerversammlung kam auch die Frage zur Beantwortung: »Wie bei Steinwürfelfundament des Bahnoberbaues die härtere und geräuschvollere Fahrt durch Einrichtungen am Oberbau am besten gemildert werden könne?« Es wurde in Bezug hierauf folgender Beschluss gefasst:

»Das unangenehme Gefühl eines härteren und geräuschvolleren Fahrens lässt sich auf Steinwürfelfundament bei Anwendung breitbasiger Schienen durch fortgesetzte Sorgfalt der Unterhaltung, um bald die Würfel in eine feste, satte, möglichst unwandelbare Lagerung zu bringen, mildern.«

Die Steinwürfel werden so in die Bettung gelegt, dass entweder eine Seite oder eine Diagonale in die Längsrichtung der Bahn fällt. Das letztere ist mehr zu empfehlen, weil der Stein mehr Sicherheit gegen das Umkanten bietet, die Schienen (wenn es breitbasige Schienen sind), auf eine grössere Länge unterstützt werden, und sich die Steine bei dieser Lage leichter unterstopfen lassen.

Auf der Taunusbahn wendet man bei schwebendem Stoss die in Fig. 26 skizzirte Anordnung der Würfel an. Bei den dort üblichen 6^m langen Schienen sind nämlich in der Mitte 3 Würfel in diagonaler Richtung und an den beiden Enden je ein Würfel parallel zum Schienenstrang gelegt. Diese 5 Steine verursachten nach den Preisen in den Jahren 1870 bis 1872 die folgenden Kosten:

Fig. 26.



10 Steine incl. Bohren und auf die Bahn geliefert à 3,08 Mk.	30,80 Mk.
10 Holzplatten mit Präpariren à 35 Pf.	3,50 -
20 Dübel per 1000 Stück 33,25 Mk.	0,67 -
20 Nägel per 1000 Stück 66,50 Mk.	1,33 -
Zusammen	36,30 Mk.

Dagegen kostet das Schwellenfundament bei Anwendung von eichenen Schwellen pro 6 Meter langen Schienen und Präparation der Schwellen mit Creosotöl

7 Schwellen incl. der Präparirkosten à 6,50 Mk.	45,50 Mk.
22 Nägel per 1000 Stück 66,50 Mk. . . .	1,46 -
Zusammen	46,96 Mk.

Ausser diesem Preisunterschiede hat aber auch das Steinfundament den Vortheil, dass es die Schienen mit einer grössern Tragfläche unterstützt, als dies bei den Schwellen der Fall ist.

Zur Erhaltung der Spurweite ist meistentheils kein besonderes Mittel angewendet worden, obgleich in Curven leicht Spurveränderungen vorkommen können. Bei stark geneigter Lage der Steine sind selbst Spurerweiterungen eingetreten, wodurch ein Abspreitzen der gegenüberliegenden Würfel nöthig wurde. Man hat deshalb auf den Bayrischen Staats- und Ostbahnen, der Werrabahn (und früher auch auf der Württembergischen Staatsbahn) am Stoss eine eichene oder lärchene Querschwelle angewendet. Selbst steinerne Querschwellen hat man auf der Sächsisch-westlichen Staatsbahn probirt, dieselben haben sich aber nicht als zweckmässig erwiesen, da sie zu leicht in der Mitte zerbrachen.

Auf der Bayrischen Staatsbahn erhält jede $6^m,22$ lange breitbasige Schiene zur Zwischenunterstützung in den engen Curven 7 Stück und in den geraden oder in den, den geraden nahezu gleichkommenden Curvenstrecken 6 Stück diagonal eingelegte Würfel und an den Stössen eine eichene oder lärchene Schwelle.

In starken Curven ist eine Sicherung der Spurweite durchaus nothwendig. Am zweckmässigsten dürfte es sein, hier eine Verbindung der beiden Schienen an den Stössen durch eiserne Stangen vorzunehmen; dieselben lassen sich leicht als Fortsetzung zweier Laschenschrauben construiren, wie es bei einem Versuche auf der Kaiserin-Elisabeth-Bahn geschehen ist.

Die **Technischen Vereinbarungen des D. E. V.** schreiben unter § 32 in dieser Beziehung vor:

In Curven von geringerem Halbmesser als 800^m müssen für Steinunterlagen die Schienen an den Stössen und in der Mitte so mit einander verbunden sein, dass eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flacheren Curven und in geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel ein genügendes Gewicht haben, die Neigung der Schienen erhalten und an ihrer äussern Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden.

Die Verwendung der Steinwürfel darf nur in den Strecken stattfinden, wo zur Grundlage für den Unterbau entweder schon ein fester gewachsener Boden besteht, oder wo der in der Aufdämmung befindliche Bahnkörper zu der dem gewachsenen Boden gleichkommenden Festigkeit sich schon vollständig consolidirt hat. Ebenso bleibt ein kräftiger vollständig entwässerter Unterbau aus festem reinen Kies oder kleingeschlagenen Steinen jedenfalls Grundbedingung.

Die **Technischen Vereinbarungen des D. E. V.** bestimmen deshalb § 30:

Steinunterlagen sind, wenn das Gewicht des Betriebs-Materials und die Fahrgeschwindigkeit solche noch zweckmässig erscheinen lassen, bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo ihr Bettungsmaterial den gewachsenen Boden erreicht Ferner § 31: Auf Dämmen dürfen die Steinunterlagen nur dann gelegt werden, wenn erstere sich vollkommen consolidirt haben.

Die Erfahrungen auf den Bayrischen Staatsbahnen, wo bereits ca. 46 Meilen einspurige Bahn auf Würfeln existiren, haben ergeben, dass für die Dauer der Schienen, sowohl beim Würfel als Schwellensystem kein Unterschied, vielmehr bei den Schienen auf Steinwürfeln, wie bei jenen auf Schwellen eine ganz gleiche Abnutzung besteht, dass bei richtiger Unterhaltung bei beiden Arten des Oberbaues ein gleich ruhiger Gang der Züge wahrgenommen wird und dass selbst in den engsten Curven die als Zwischenunterstützungspunkte verwendeten Steinwürfel eine länger ausdauernde und grössere Sicherheit gegen Gleisespurerweiterungen etc. gewähren als Schwellen, besonders wenn zu letztern nur Kiefern zu Gebote stehen.

Ohnehin ist die Dauer der Steinwürfel gegenüber den Schwellen, selbst jene von Eichen- und Lärchenholz nicht ausgenommen, eine weit längere.

Da demnach sich die Steinwürfel in jeder Beziehung vortheilhafter bewährten als Schwellen, so wird auch mit Einlegen der Würfel zum allmählichen Ersatz der Schwellen auf den Bayrischen Staatsbahnen fortgefahren mit so grossen Quantitäten vertragsmässiger Würfel als die Lieferanten jährlich immer nur beibringen können. Es kosten daselbst, sowohl die Granitwürfel vom Fichtelgebirge, als die Findlingssandsteinwürfel vom Spessart und der Umgegend, auf die den Steinbrüchen zunächst gelegenen Eisenbahnstationen angeliefert und daselbst auf die Eisenbahntransportwagen von den Lieferanten selbst verladen das Stück nur

ca. 2 Mk, während in Bayern durchschnittlich die eichene unpräparirte Stossschwelle 5,15 Mk. bis 5,50 Mk. und die eichene unpräparirte Mittelschwelle 3,70 Mk. bis 4,10 Mk. kostet.

Demnach nimmt in Bayern die Anschaffung von 2 Steinwürfeln nur 4 Mk. und also nahezu den gleichen Kostenaufwand, wie eine eichene unpräparirte Mittelschwelle in Anspruch. Das Verlegen der Würfel in die Bahn kostet allerdings mehr, als jenes der Schwellen, denn zu dem Verlegen der Würfel wird bei einer $6^{m},22$ langen breitbasigen Schiene 3,50 Mk. Arbeitslohn, also per Würfel 45 Pfennige gerechnet; auch ist die Unterhaltung der Bahnstrecke mit Würfelunterbau im ersten Jahre nach der Herstellung kostspieliger als bei Schwellen.

Es tritt jedoch bald das umgekehrte Verhältniss ein, denn nach Verlauf von ein oder längstens zwei Jahren nach der primitiven Einlegung bleibt die Schienenunterlage auf Würfelunterbau selbst in den engsten Curven und stärksten Gefällen in der Bahn so ruhig und fest gelagert, wie es bei Schwellenunterbau trotz aller Sorgfalt niemals auf längere Zeit erreicht werden kann.[40])

In den letzten Jahren sind Versuche mit Cement-, resp. Beton-Würfeln als Unterlagen gemacht, besonders in Oberschwaben, wo der Romancement in der Nähe und billig und Kies genügend vorhanden ist. Diese Würfel dürften in steinarmen Gegenden von Vortheil sein und sollen sich auch gut bewährt haben.

Auf der Wiener Weltausstellung war ein Asphaltwürfel von Stierlin ausgestellt, welcher als elastisches Unterlagsmittel eine sehr elastische Fahrt ermöglichen sollte. Der Würfel hatte die Form eines Kreuzes und bestand aus einer Mischung von Asphalt und kleinen Kieselsteinen. In diese Masse waren verschiedene Eisentheile eingegossen, und zwar 1) zur Auflagerung der Schiene ein 500^{mm} langes und 70^{mm} hohes I Eisen, dessen Steg durchlöchert ist, 2) zur Befestigung der Schiene zwei mit einander bügelartig verbundene Schraubenbolzen, 3) zur Befestigung der aus einem Rundeisen bestehenden Querverbindung ein die untere Rippe des I Eisens umklammerndes Flacheisen von 50^{mm} Breite und 5^{mm} Dicke. — Auf der Schweizer Westbahn und Lyoner Bahn gelegte Probewürfel sollen sich gut bewährt haben.[41])

§ 18. Hölzerne Querschwellen. — Diese Unterlagen sind bis jetzt am meisten angewandt und haben auch im Ganzen günstige Resultate geliefert. Die Querschwellen geben dem Oberbau eine grosse Auflagefläche in der Bettung, vermitteln den leichten Abfluss der atmosphärischen Niederschläge unterhalb der Schienen quer durch die Bettung, ermöglichen ferner die Spur und Neigung der Schienen ziemlich sicher zu erhalten und lassen sich weniger schwer als Würfel- und Langschwellenunterlagen in genaue Richtung zurückbringen und leichter unterstopfen.

Dagegen sind als Nachtheile anzuführen: a. Die auf den einzelnen Querschwellen theils direct, theils mittelst Stühlen befestigten Schienen sind in grössern Abständen nicht unterstützt, müssen deshalb eine höhere Tragfähigkeit und grösseres Gewicht als die Schienen auf Langschwellen- und Würfelunterlagen erhalten; b. der Uebergang der Räder an den Stössen wird im Allgemeinen mehr empfunden als bei Langschwellen; c. die geringe Dauer der Holzunterlagen überhaupt, sowohl der Querschwellen als Langschwellen, verursacht bedeutende in ziemlich kurzen Intervallen zu beschaffende Erneuerungskosten. Es ist daher rathsam, nur vollkommen gesundes Holz zu den Schwellen und eine Gattung dazu zu wählen, die eine möglichst lange

---

[40]) Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens 1866, (I. Supplem.-Bd. des Organs) p. 49.

[41]) Winkler, Der Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl. p. 138.

Dauer verspricht. Jetzt, wo man durch die verschiedenen im V. Capitel beschriebenen Imprägnirungsmethoden die Dauer der Hölzer auf das Doppelte und Dreifache verlängern kann, hat diese letzte Bedingung keine grosse Bedeutung mehr, sie ist auch an vielen Orten, wo nur weiche Hölzer in der Nähe zu haben sind, nicht schwierig zu erfüllen.

In England und Norddeutschland verwendet man meist kieferne oder fichtene Querschwellen, in Süddeutschland, Frankreich und Belgien wird, ungeachtet des sehr hohen Preises, den Schwellen von Eichenholz der Vorzug gegeben, weil dieses von allen Holzarten sich am längsten ohne Präparation (14—16 Jahre) erhält. Die Dauer der harzreichen unpräparirten Lärchenschwellen ist durchschnittlich 9—10 Jahre, der ebensolchen Kiefernschwellen 7—8 Jahre, während die Dauer der unpräparirten Tannen- und Fichtenschwellen nur auf ca. 4—5 und der Buchenschwellen nur auf $2^1/_2$—3 Jahre anzunehmen ist.

Durch das Präpariren der Buchenschwellen sind die günstigsten Resultate erzielt, indem z. B. eine grosse Zahl derartiger mit Zinkchlorid imprägnirter Schwellen auf der Hannoverschen Staatsbahn bereits (seit 1854) 14 Jahre verlegt (1868) und noch so gesund waren, dass sie noch weitere 4—7 Jahre liegen konnten. Die Buchenschwellen bieten ausserdem den Vorzug, dass sie verhältnissmässig billig zu beschaffen sind (in Hannover z. B. kosten dieselben ca. 2,50 Mk. das Stück) und dass die Nägel ungleich fester darin haften, als in Tannen- und Kiefernschwellen. Dagegen beträgt bei Buchenschwellen die mechanische Abnutzung etwas mehr, als bei Eichenschwellen und es empfiehlt sich daher, die Buchenschwellen um ca. 12^{mm} stärker als letztere zu nehmen, wenn auch das Faulen des Buchenholzes nicht von oben nach unten, sondern jederzeit von den Nagellöchern aus erfolgt — in der Längsrichtung der Holzfasern — und zwar stets nach der von der Schiene abgewandten Seite; unterhalb des Schienenfusses tritt keine Fäulniss ein. Die Buchenschwellen erfordern eine grössere Sorgfalt beim Aufstapeln in den Depots, indem sie sehr leicht stocken, und sind daher besondere Vorkehrungen zur Ermöglichung der Luftcirculation mittelst Hohlpacken der Haufen, Anlage von Luftgassen etc. nöthig; ferner ist es erforderlich, da die Buchenschwellen an den Kopfenden oft aufreissen, dieselben zu durchbohren und einen hölzernen Pflock (mit einem Keil an jeder Seite) einzutreiben; zu gleichem Zwecke werden auch zuweilen S förmige Eisen vor Hirn eingeschlagen, oder Schraubenbolzen durchgezogen.

Die Dauer der Kiefernschwellen wird durch das Imprägniren durchschnittlich auf 12—14 Jahre und die der Tannen- und Fichtenschwellen auf 9—10 Jahre erhöht.

Bei Eichenholz ist die Präparation verhältnissmässig von geringstem Erfolge, da diese Holzart ihres dichtern Gefüges wegen nur wenig Imprägnirungsflüssigkeit aufnimmt (vergl. V. Capitel, p. 200); nach den bisherigen Erfahrungen wird die Dauer der präparirten Eichenschwellen auf ca. 20—24 Jahre anzunehmen sein. Es wird daher, wie oben bemerkt, diese Holzart am meisten noch unpräparirt verwandt.

Um so wichtiger ist es aber bei der Beschaffung der unpräparirten Schwellen auf die gute Qualität des Holzes zu sehen. Schwellen mit faulen Aesten, grossen Sprüngen, verstockten Stellen sind nie bei Lieferungen zuzulassen. Es genügt nicht die Schwellen in fertigem Zustande auf den Lagerplätzen der Bahnlinie zu übernehmen, weil zwischen der Erzeugung der Schwellen und der Ablieferung derselben ein gewisser Zeitraum liegt, welcher das Aussehen des Holzes verändert und die Erkennung der Qualität desselben erschwert. Die Untersuchung der Schwellen muss sich deshalb auch noch auf die Waldbestände und auf die Art oder Unart der in einer bestimmten Gegend üblichen Holzfällung ausdehnen. Ueberständige Stämme, und beim Lärchen- und Kiefernholz auch besonders solche Stämme, welche schon zur Harzgewinnung benutzt wurden, sowie Stämme, welche auf grossen Niederungen, oder vielleicht gar auf sumpfigem Boden gewachsen sind, sollen zur Schwellenerzeugung nicht zugelassen werden.[42])

[42]) Paulus, Rud., der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. Südbahn-Gesellschaft. 2. Aufl. Wien 1872.

Ferner soll namentlich das Eichen- und Buchenholz zur richtigen Jahreszeit, d. h. zwischen dem 15. Octbr. und 15. März gefällt sein und sollen alle Schwellen innerhalb eines Jahres nach dem Fällen verwendet werden.

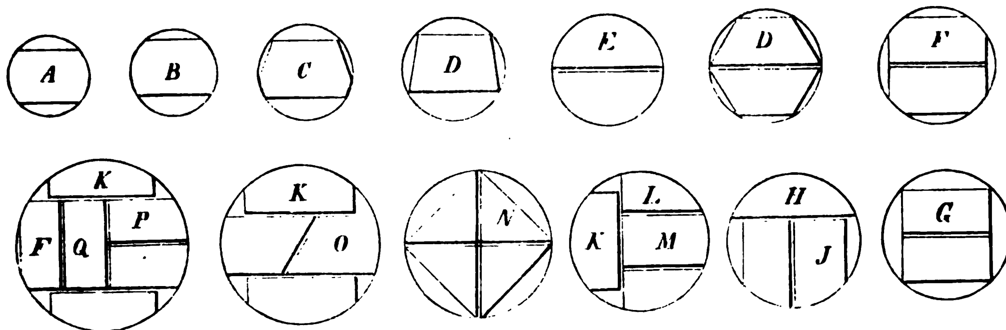
Aus den technischen Vereinbarungen des D. E. V. ist hier noch anzuführen:
§ 26. **Von den Holzschwellen eignen sich diejenigen aus hartem Holze am besten. Das Imprägniren der Schwellen mit einer Substanz, welche das Holz gegen Fäulniss schützt, ist überhaupt bei Schwellen aus weichem Holze unbedingt zu empfehlen.**

§ 27. **Bei der Anwendung von Unterlagen aus Holz ist das System der Querschwellen dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.**

Hinsichtlich des Profils der Querschwellen unterscheidet man zunächst kantige oder beschlagene Schwellen und unbeschlagene oder schalkantige Schwellen. Bei den kantigen Schwellen sind die breiten Flächen mit der Säge beschnitten und die Seitenflächen mit der Axt oder Säge hergestellt; sie bieten den Vortheil, dass sie von dem leicht zerstörbaren Splinte befreit sind. Der Splint lässt sich zwar auch bei den unbeschlagenen Schwellen abschälen, jedoch stellt man, wenn man sich solche Mühe machen will, lieber ebene Flächen mittelst Säge oder Axt her. Die untere Seite der Schwellen, welche in der Bettung aufliegt, soll stets scharfkantig und ohne Splint sein; die andern Flächen können zwar etwas schalkantig sein, doch ist es gut, wenn an den Kanten der Splint entfernt wird.

Die verschiedenen Profile der Schwellen, wie sie durch Schneiden und Beschlagen aus Stämmen von verschiedener Dicke am vortheilhaftesten hergestellt werden, veranschaulichen die folgenden Skizzen in nachstehender Fig. 27.

Fig. 27.



Die trapezförmigen kantigen Schwellen *D* bieten, wenn aus einem Stamm zwei Schwellen hergestellt werden, gegen den rechteckigen Querschnitt *G* den Vortheil, dass weniger Holz in die Spähne fällt, und eine breitere Auflagefläche ermöglicht wird. Von den unbeschlagenen Schwellen sind die halbrunden die gewöhnlichsten, sie werden meist aus mittelstarken Baumstämmen durch Zerschneiden mittelst der Säge in der Mitte hergestellt, ihre Dicke ist dann beinahe gleich der halben Breite (*E*); oft werden mit halbrunden Schwellen auch solche bezeichnet, die aus dünnern Stämmen durch Abschneiden einer oder zwei Schwarten (*A* und *B*) hergestellt werden, oder deren Profil neben 2 oder 3 beschlagenen Seiten noch ein grösseres Kreissegment enthält (*H*, *K*, *L*). Die halbrunden Eichenschwellen sind meist von der Rinde befreit, während dies bei den übrigen Holzarten früher öfters nicht der Fall war; jetzt schält man aber alle Nadelholzarten ab, um das Auftreten des

so sehr gefürchteten Borkenkäfers zu vermeiden. Diese halbrunden Schwellen sind nicht so dauerhaft, als die kantigen, da die mit Rinde und Splint behafteten weichern Theile die Feuchtigkeit leichter aufnehmen und zunächst die jüngern Holzschichten zerstören, auch erleiden sie bei dem Unterstopfen eine stärkere mechanische Abnutzung.

Da diese Art Schwellen bei den Lieferungen zugelassen sind, um niedrigere Preise zu erzielen, die halbrunden Schwellen aber nur als Mittelschwellen zu verwenden sind, so empfiehlt es sich in den Lieferungsbedingungen dafür einen Procentsatz von dem Gesammtquantum anzugeben, welcher nicht überschritten werden darf.[43]

Die aus dünnern Stämmen und mittelstarken Aesten hergestellten Schwellen *A*, *B*, *C*, *D*, haben, selbst wenn sie ganz beschlagen sind, nicht den Werth ähnlicher, gleich starker Schwellen, die von stärkern Stämmen herstammen, da jene mehr jüngere und nicht so dauerhafte Holzschichten enthalten. Die Schwellen sollten nach allen Seiten möglichst gerade sein, doch gestattet man oft geringe Krümmungen in horizontaler Richtung.

Die Profile *M*, *O*, *P*, *Q* werden selten von Eichenholz hergestellt, da diese Holzgattung in so grossen Stämmen vortheilhafter zu andern Zwecken, namentlich zum Schiffsbau verwendet wird und zu theuer ist; zuweilen jedoch findet sich eine geringe Zahl dieser Profile bei der Lieferung, wenn der Lieferant keinen bessern Gebrauch von seinen Hölzern machen kann.

Die Schwellen von dreieckigem Querschnitt (*N*) sind mehrfach in England in Anwendung gekommen, sie werden aus vierkantigen Balken von nordischem Tannenholz durch ein oder zwei diagonale Sägeschnitte, je nach der Dicke der Balken hergestellt; diese Schwellen sind aber nicht zu empfehlen, da sie nur ein geringes Auflager der Schiene gestatten.

Die kantigen Schwellen mit verticalen Seitenflächen (*F*, *G*) liegen fester in der Bettung als die trapezförmigen (*D*) oder dreieckigen (*N*) und als die einseitigen verticalen Profile (*J*, *L*, *O*); letztere muss man bei zweispurigen Bahnen stets so in die Bettung legen, dass die verticale Seite der Bewegung des Zuges entgegensteht, um das Umkanten der Schwellen zu verhindern; bei eingleisigen Bahnen wird man diese Art Schwellen möglichst zu vermeiden suchen oder abwechselnd die verticale Seite nach der einen und andern Richtung legen.

Die Querschwellen unter den Stössen sind bei weitem grössern Erschütterungen ausgesetzt als diejenigen in der Mitte der Schienenlänge; man giebt daher allgemein den Stossschwellen eine breitere Basis als den Zwischenschwellen, und da bei den breitbasigen Schienen an den Stössen eine grössere Auflagefläche nöthig ist, damit sich die Schienenenden nicht zu stark in die Schwellen eindrücken und weil die Stossschwellen meist 4 gegenseitig versetzte Nägel, die Zwischenschwellen aber meist nur zwei Nägel aufzunehmen haben, so empfiehlt es sich auch, Schwellen von möglichst breiter Oberfläche, also von rechteckigem Querschnitt, zu den Stossschwellen zu verwenden. Wegen der stärkern Erschütterungen an den Stössen nimmt man zuweilen die Stossschwellen länger als die Mittelschwellen.[44] Bei schwebenden Stössen

---

[43]) Ausserdem sind die Schwellen zu bedeutend billigern Preisen zu beschaffen, wenn di Verwaltungen sich entschliessen, verschiedene Dimensionen zuzulassen (vergl. die Erfahrungen de Altona-Kieler Bahn im Organ 1865, p. 241).

[44]) Die Erfahrungen an den hannoverschen Bahnen haben mit Sicherheit ergeben, das Allgemeinen Stossschwellen, welche länger und ebenso breit sind wie die Mittel- solchen vorgezogen werden müssen, die breiter und ebenso lang sind wie die Mittel

ist eine Verbreiterung der neben dem Stosse liegenden Schwellen nicht nöthig, wenigstens nicht in dem Maasse als bei ruhenden Stössen.

Die **technischen Vereinbarungen des D. E. V.** schreiben in dieser Beziehung § 28 vor: **Bei Anwendung von Querschwellen unter den Stössen der Schienen sollen dieselben eine grössere Grundfläche haben als die Mittelschwellen.**

Die Enden der Schwellen müssen natürlich ein Stück über die Schiene hinausragen, da sonst, durch das Eindrücken der Schwellen in die Bettung, die Schiene sich schiefstellen würde; auch wegen des Festsitzens der äusseren Nägel darf das überragende Ende nicht zu kurz angenommen werden. Bei Stuhlschienen müssen die sämmtlichen Schwellen wegen der grössern Entfernung der Nagellöcher um ca. 300^{mm} länger, als bei breitbasigen Schienen sein.

Die Länge der Stossschwellen variirt auf den deutschen Vereinsbahnen zwischen $2^{m},25$ (Main-Neckarbahn) und $2^{m},98$ (Mecklenburg.-Friedrich-Franzbahn), die meisten Bahnen haben solche von $2^{m},40$—$2^{m},60$ Länge. Dieselbe Länge haben durchschnittlich auch die Zwischenschwellen auf den meisten deutschen Bahnen.

Die Breite der Stossschwellen schwankt zwischen 235^{mm} (Sächsische Staatsbahn) und 350^{mm} (Bayrische Staatsbahn); etwa die Hälfte der deutschen Vereinsbahnen haben Stossschwellen über 300^{mm} Breite; etwa die Hälfte der deutschen Bahnen haben Mittelschwellen von 250—270^{mm} und die andere Hälfte solche von 184—249^{mm} Breite.

Die Dicke der Schwellen wird meist zwischen 150 und 180^{mm} angenommen, obwohl einige Bahnen bei festem Eichenholz bis zu 130^{mm} (Rheinische Bahn) herunter, und andere bei weichen Hölzern bis zu 209^{mm}, ja selbst bis zu 260^{mm} (Niederländische Rheinbahn) hinaufgehen, was sich aber nicht rechtfertigen lässt.

Die Dimensionen der Querschwellen können am besten folgendermaassen gewählt werden: Länge der Mittelschwellen = $2^{m},5$, Höhe der Schwellen = 160^{mm}, Breite der Mittelschwellen = 250^{mm}, Breite der Stossschwellen = 320^{mm}.[45]

Die Entfernung der Schwellen steht in innigem Zusammenhange mit den Querschnittsdimensionen der Schienen und mit deren Belastung. Bei Hauptbahnen nimmt man gewöhnlich die Entfernung der Zwischenschwellen von Mitte zu Mitte 950^{mm} an; obwohl einzelne Bahnen (wie die Bayrischen Ostbahnen und Warschau-Wiener Bahn) bis auf $1^{m},08$ Entfernung bei den Mittelschwellen gehen.

Um die Beanspruchung in den äussern Feldern nicht zu sehr zu erhöhen, ist die Entfernung der Schwellen am Stosse kleiner zu wählen; bei dem Oberbau der Oesterreichischen Staatsbahn beträgt dieselbe deshalb nur 633^{mm} und bei dem der Bayrischen Staatsbahn 642^{mm}. (Vergl. auch § 5 des VIII. Capitels.) Die Entfernung der Schwellen an den Stössen kann zu 0,8 der Entfernung der Mittelschwellen angenommen werden.[45]

Eine zweckmässige Eintheilung haben die 6^{m} langen Schienen der Nassauischen Bahn, nämlich:

750	900	900	900	900	900	750

Zuweilen hat man neben den Endfeldern noch Felder von einer mittlern Länge eingeschaltet, z. B. bei den 6^{m} langen Schienen der Badischen Bahn:

760	860	900	960	900	860	760

sowie bei den $7^{m},5$ langen Schienen derselben Bahn:

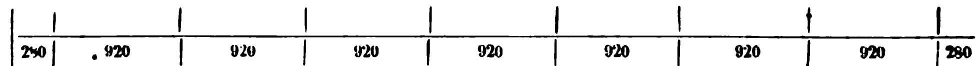
750	780	840	900	960	900	840	780	750

45) Winkler, Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl. p. 124, 125.

Bei schwebenden Stössen werden die Entfernungen der Schwellen nächst dem Stosse noch enger angenommen, z. B. bei den 6m langen Schienen der Pfälzischen Eisenbahnen ist folgende Eintheilung:



und bei den 7m langen Schienen der Niederländischen Rheinbahn die folgende:



Die Schwellenentfernung an den Stössen der Gleise mit schwebendem Stosse ist am besten zu 0,6 der Entfernung der Mittelschwellen zu nehmen.[46]

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen § 24: **Die den Schienenstössen zunächst liegenden Schwellen sollen denselben so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.**

Zu erwähnen ist noch Pouillet's Oberbausystem, bei welchem Querschwellen von nur 60mm Dicke auf je zwei Holztafeln von 600mm Länge und Breite sowie von 90mm Dicke ruhen; die Befestigung der verschiedenen Holzstücke erfolgt durch Schraubenbolzen, welche zugleich zur Befestigung der Schienenstühle dienen. Dieses System hat man auf einigen französischen Bahnen versucht, es hat sich aber nicht bewährt, namentlich weil das Unterstopfen der Tafeln sehr schwierig ist, und bei Entgleisungen die dünnen Schwellen von den Spurkränzen zerschnitten wurden; auch ist bei eingetretener Fäulniss der Oberfläche das noch gesunde Holz zu dünn, um neue Lagerflächen für die Schienenstühle oder Schienen einschneiden zu können.

Seitenverschiebungen der Schienen kommen besonders an den Uebergangsstellen von der Geraden in die Curve vor. Die zur Verschiebung nöthige Kraft ist bei unbelastetem Gleise (nach Weber's Versuchen) 1,5 bis 2,5 Tonnen, wächst aber proportional der Belastung. Früher hat man zur Verhinderung gegen diese Verschiebungen Pflöcke vor die Schwellenköpfe geschlagen oder Steine davor gesetzt, Mittel welche jedoch sehr wenig nützen, und daher nicht zu empfehlen sind. Das beste Mittel ist gute Unterhaltung des Oberbaues.

§ 19. Hölzerne Langschwellen. — Da bei dem Langschwellensystem die Schienen auf der ganzen Länge unterstützt sind und dasselbe durch seine Elasticität einen günstigen Einfluss auf die Erhaltung des Betriebsmaterials ausübt, auch dieses System weniger Holz erfordert als das Querschwellensystem, so hielt man anfänglich die Langschwellen — als dieselben nach dem Vorgange verschiedener amerikanischer Bahnen gegen Ende der dreissiger Jahre in England auf der Great-Western-Bahn zuerst in grösserm Maassstabe zur Ausführung gekommen — für die besten Schienenunterlagen. Mehrere der ältern deutschen Bahnen, namentlich die Magdeburg-Leipziger, Leipzig-Dresdener, Wien-Gloggnitzer Bahn und insbesondere die Badische Staatsbahn hatten daher dasselbe theils mit Flachschienen, theils mit Brückschienen eingeführt und versprachen sich grosse Vortheile davon. Es zeigten sich aber sehr bald bedeutende Nachtheile, welche darin bestanden, dass: a. die langen kantigen Schwellen sehr leicht windschief wurden und den Schienen dann eine ungleiche Basis abgaben, und die Hakennägel sich verbogen und abbrachen; b. die zur Sicherung der Spur unter den Langschwellen liegenden Querschwellen wellenförmige Bewegungen der Züge veranlassten; c. die Entwässerung bei diesem Systeme schwerer zu erzielen war, da die Langschwellen mit den darunter liegenden Querschwellen förmliche Kasten bildeten, in welchen das Regenwasser stehen blieb, in Folge dessen

[46]) Winkler, Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl. p. 124, 125.

der Oberbau sehr unsicher lag und das Holz sehr rasch zerstört wurde; d. in Folge des Zusammenhangs der Unterlagen das Heben und Unterstopfen viel schwieriger als bei Querschwellen auszuführen war.

Wegen dieser Nachtheile und der zahlreichen ungünstigen Erfolge ist jetzt das hölzerne Langschwellensystem bei Locomotivbahnen fast ganz verschwunden; dagegen ist es bei Pferde- oder Strassenbahnen, wo jene Nachtheile weniger hervortreten, fast allgemein im Gebrauch (s. Band V dieses Handbuchs).

Bei den Locomotivbahnen wurden anfangs auf den Langschwellen zuweilen Flachschienen, meist aber Brückschienen und nur selten breitbasige Schienen angewendet. Die Befestigung derselben geschah, wie in § 15 bereits erwähnt, theils mit Holzschrauben, theils mit Nägeln, theils mit Schraubenbolzen (Fig. 55, Tafel XIII), von denen letztere Befestigungsart bei dem leichten Windschiefwerden der Langschwellen jedenfalls den Vorzug verdient.

Zur Erhaltung der Spurweite sind stets noch Querschwellen oder kräftige eiserne Spannstangen in 2—3 Meter Entfernung anzubringen.

Die Lang- und Querschwellen dieses Systems haben meist einen rechteckigen Querschnitt. Die Hölzer werden meist aus dicken Nadelholzstämmen geschnitten und müssen genau auf Dicke abgerichtet sein, was dieselben mit Rücksicht auf ihre Länge sehr kostspielig macht. Bei dem auf der Great-Western-Bahn in England angewandten Seaton'schen System (Fig. 15, Tafel XI) haben Lang- und Querschwellen einen dreieckigen Querschnitt, welcher zwar bei gleicher Materialmenge eine breitere Basis bietet, aber doch eine geringere Steifigkeit als der rechteckige besitzt. Der Hauptvortheil aber liegt in der bessern Abführung des Wassers. (Ueber dieses System vergl. ferner C. p. 221.)

Ueber den Langschwellenoberbau der Latrobe'schen Kanten- oder Z-Schienen (Fig. 24, Tafel XI) ist auf p. 222 unter D. das Nöthige angeführt.

Aus den technischen Vereinbarungen des D. E. V. ist hier anzuführen: § 29. **Wo Langschwellen zur Anwendung kommen, sollen dieselben dergestalt mit einander verbunden werden, dass die Spurweite sich nicht verändern kann.**

Die Verbindung der Langschwellen mit den Querschwellen wird auf mehrfache Art bewerkstelligt.

A. Durch Dübel von Eichenholz von etwa 25—35mm Stärke. Diese werden an beiden Enden gewöhnlich durch kleine Holzkeile gespalten, um einen festen Schluss zu bewirken.

B. Durch Holzschrauben von 15—20mm Dicke, deren Köpfe gewöhnlich versenkt sind.

C. Durch Schraubenbolzen von ca. 20mm Dicke. Die Langschwellen sind bei diesen Verbindungen in die Querschwellen entweder eingelassen, oder nicht. Ein geringes Einlassen (auf der äussern Seite ca. 2mm, auf der innern, je nach der Neigung der Schienen, etwas mehr) ist zu empfehlen, da sonst leicht Verschiebungen der Langschwellen vorkommen.

D. Durch Holzkeile. Zu diesem Zweck muss die Querschwelle fast auf die Hälfte ihrer Dicke eingeschnitten werden, so dass sie dadurch sehr geshwächt wird und an den Einschnitten bald ein Faulen eintritt. Den Keil macht man oben etwas schmäler als unten, um ein Ausheben zu verhindern; derselbe wird am besten auf der innern Seite angebracht, um bei etwaigem Losewerden keine Spurerweiterungen zu erhalten und um die Querschwellen etwas kürzer nehmen zu können.

E. Durch gusseiserne oder schmiedeeiserne Winkel, wobei ein Einschneiden der Querschwellen entbehrlich wird. Die Befestigung der Winkel erfolgt an beiden Schwellen durch Nägel oder Schrauben. Die Winkel sind entweder nur auf der äussern Seite oder auf beiden Seiten der Langschwellen auf jeder Querschwelle angebracht. Dabei sind zweckmässig nach aussen grössere gusseiserne Winkel mit 4 Nägeln, und nach innen kleinere Winkel mit 2 Nägeln angeordnet. Die Nägel haben etwa 12^{mm} Dicke. Die letztere Befestigungsweise verdient jedenfalls den Vorzug.

Die Länge der Langschwellen nimmt man gewöhnlich gleich der Länge der Schienen an, und ordnet die Schienenstösse, während die Langschwellen meist stumpf auf einer breitern Querschwelle oder durch Ueberblattung zusammengestossen sind, gewöhnlich über der nächstfolgenden mittlern Querschwelle an, so dass sich die Stösse der Langschwellen und Schienen jedesmal decken.

Als zweckmässige Dimensionen bei Locomotivbahnen sind etwa anzunehmen:

Breite der Langschwellen	. . . .	$= 250—280^{mm}$
Höhe - -	. . . .	$= 150—200$ -
Länge - Querschwellen	. . . .	$= 2^{m},50$
Höhe - -	. . . .	$= 130—170^{mm}$
Breite - Stossschwellen	. . . .	$= 270—330$ -
- - Zwischenschwellen	. . .	$= 210—240$ -
Entfernung der Querschwellen	. .	$= 1^{m},5—2^{m},0$.

Ausser den oben beschriebenen gewöhnlichen Langschwellensystemen sind noch einige abweichende Constructionen in Anwendung gekommen, nämlich:

a. Anwendung von zwei Langschwellen mit dazwischen liegenden Querschwellen. Dieses System ist mehrfach in dem holzreichen Amerika, auch bei einer Bahn in England angewendet worden, um den dabei benutzten Flachschienen die abgehende Steifigkeit durch die doppelten Langschwellen zu ersetzen. Die untern Lang- und Querschwellen blieben oft unbeschlagen; der Verband wurde theils durch Einschneiden und Anwendung von Holzkeilen, theils durch Einschlagen von Nägeln bewirkt.

Die obern Langschwellen hatten dabei meist $150—200^{mm}$ Höhe und Breite, die unteren Langschwellen $200—300^{mm}$ Breite und $130—300^{mm}$ Höhe, die Querschwellen $130—300^{mm}$ Stärke und $0^{m},9—1^{m},5$ Abstand.

b. Anordnung von Lang- und Querschwellen, wobei die Querschwellen über den Langschwellen liegen. Diese Combination ist früher bei dem Oberbau der Semmeringbahn in Anwendung gekommen, um die Vortheile des Querschwellensystems in Beziehung auf Erhaltung der Spurweite mit den Vortheilen des Langschwellensystems in Beziehung auf Steifigkeit zu vereinigen und den Druck auf eine möglichst grosse Fläche der Bettung zu vertheilen. Auf dieser Bahn hatten die Querschwellen eine Länge von $2^{m},37$, eine Breite von 230^{mm} und eine Dicke von 158^{mm}, die Langschwellen hatten den Querschnitt *C* (von Fig. 27 auf p. 275) die breite Seite nach oben gerichtet und waren mit den Querschwellen verkämmt; die Breite der Langschwellen betrug oben 316^{mm}, unten 158^{mm} und die Höhe 211^{mm}; die Befestigung der Querschwellen auf den Langschwellen erfolgte mittelst schmiedeeiserner Winkel und der in Fig. 48, Tafel XIII dargestellten Schraubennägel. Wegen zu grosser Kostspieligkeit und der schwierigen Unterhaltung wurde dieses System aufgegeben, obwohl man wegen der scharfen Curven und der schweren Locomotiven der Semmeringbahn anfangs glaubte, solch ein complicirtes Schienenfundament nicht entbehren zu können. In Amerika ist aber dieses System auch öfters bei Bahnen, auf welchen leichte Locomotiven fahren, angewendet worden und bestanden dort die Langschwellen meist nur in Bohlen von $80—100^{mm}$ Dicke und $250—300^{mm}$ Breite.

Ferner werden Langschwellen bei dem Oberbau der Wegübergänge nach verschiedenen Constructionen noch vielfach verwandt; dieselben werden im X. Capitel § 5 besprochen.

§ 20. Eiserne Einzelunterlagen. — Die grosse Mangelhaftigkeit des bisherigen Bahnoberbaues, die ungleiche Unterstützung und unvollkommene Stossverbindung der Schienen, die wenig zuverlässige Befestigung auf den hölzernen Unterlagen, die trotz der Tränkung mit conservirenden Stoffen schnelle Vergänglichkeit derselben, die häufige Auswechslung der schadhaften Schwellen und die damit verbundenen ebenso häufigen Störungen für den Bahnbetrieb, sowie die davon unzertrennliche, sehr nachtheilige Lockerung des Unterbaues und endlich die von Jahr zu Jahr schwierigere und kostspieligere Beschaffung der Holzschwellen, haben schon längst auf den Gedanken geführt, dieselben durch eiserne Unterlagen zu ersetzen.

Bereits im Jahre 1844 wurde für die belgischen Bahnen eine Commission erwählt, um Versuche mit schmiedeeisernen oder gusseisernen Schwellen, statt der hölzernen, anzustellen [47]; das Resultat dieser Versuche ist aber nicht bekannt geworden.

Im Jahre 1846 wurden von Bessas, Lamégie und Henry mit gusseisernen Plattenunterlagen auf verschiedenen französischen Bahnen Versuche angestellt. Diese Unterlagen bestehen aus einer mit Rippen versehenen Platte, an welche der Schienenstuhl angegossen ist. Für den Stoss sind diese Platten 400^{mm} lang und breit, die Zwischenplatten sind ebenfalls 400^{mm} lang, aber nur 300^{mm} breit; unterhalb sind dieselben mit 75^{mm} hohen, 200^{mm} langen kreuzförmigen Rippen versehen, welche zur festern Lage in der Bettung dienen. Ausserdem ist zur Sicherung der Spurweite jedes gegenüberliegende Plattenpaar durch runde eiserne Spannstangen mit T-förmigen Enden verbunden, welche in entsprechende Oeffnungen der angegossenen Schienenstühle eingesteckt und durch den Fuss der symmetrischen Schiene unverrückbar am Platz gehalten werden. Die Schienen wurden wie gewöhnlich durch hölzerne ausserhalb eingeschlagene Keile festgehalten.

Dieses System hat sich aber nicht sonderlich bewährt, weil der Frost leicht unter die zu wenig tief liegende Grundfläche der Platten dringt und so die Bettung zerstört, auch hatten die Platten ein zu geringes Gewicht und eine zu kleine Basis, wodurch sie nicht fest genug in der Bettung lagen.

A. Unterlagen von Greave. — Die gusseisernen schaalen- oder glockenförmigen Unterlagen von Greave (Fig. 1 und 2, Tafel XIV) haben sich namentlich in tropischen Gegenden bei feinem Bettungsmaterial sehr gut bewährt. Dieselben kamen zuerst 1847 auf der Lancashire-Yorkshire-Eisenbahn in Anwendung. Diese Glocken, auch Calotten genannt, sind ebenfalls oberhalb mit den angegossenen Schienenstühlen versehen, in welchen die Schiene mit innerhalb eingeschlagenen Holzkeilen festgehalten wird. Jede Calotte ist mit zwei 60^{mm} weiten runden Löchern *a* zum Nachstopfen des Schotters und zum Heben der Calotten mittelst eines kleinen Stampfers, auf den man mit einem Hammer schlägt, versehen. Die gegenüberliegenden Calotten sind abwechselnd durch stehende Flacheisen *b* verbunden, die am besten zur Herstellung und sichern Erhaltung der Neigung der Calotten durch dieselben hindurch gehen, und ausserhalb durch einen flachen Keil *c*, innerhalb durch einen runden Stift *d* festgehalten werden.

Unter einer ca. 6 Meter langen Schiene sind 7 solche Unterlagen angebracht; die verlaschten Stösse werden jetzt meist als schwebende angeordnet, indem man zwei Calotten dicht neben einander legt. Zuweilen bringt man auch auf einer etwas längern Calotte zwei Schienenstühle an, in denen die Schienenenden mit den Laschen eingekeilt sind.

Die mittleren Dimensionen einer gewöhnlichen Calotte sind: Durchmesser der Grundfläche = 550^{mm}, Höhe der Calotte = 190^{mm}, Dicke der Wandung = 13^{mm}, Gewicht = 36 Kilogr.

---

[47]) Eisenbahnzeitung 1845, p. 119.

Diese Unterlagen sind ausser auf einigen englischen Bahnen, namentlich in Aegypten (seit 1851), in Algier (seit 1852) und in Ostindien (seit 1862) in ausgedehntem Gebrauch. Sie bieten, gegenüber den Plattenlagern, den Vortheil, dass sie sich weniger leicht verrücken, weil sie mehr vom Schotter umgeben sind und der Schotter selbst in die Schaalen eingreift, und dass sie weniger leicht zerbrechen. Bei starkem Verkehr hat sich jedoch die Grundfläche der Calotten zu klein gezeigt, es kommen ungleichmässige Senkungen dabei vor, und es sind namentlich bei abgerundetem Bettungskiese beständige Nachstopfungen erforderlich. Bei thonigem Bettungsmaterial soll aber das an den Stopflöchern eindringende Regenwasser durch Vermittelung des Eisenoxyds, welches sich an der innern Fläche der Calotte bildet, jenes Bettungsmaterial nach und nach in eine steinharte Masse verwandeln, in Folge dessen dann die Bahn alle Elasticität verliert und ebenfalls Brüche der Gussunterlagen vorkommen.

Ein anderes längst verlassenes System mit gusseisernen Plattenunterlagen ist das bei der South-Eastern-Bahn (1849) in Anwendung gekommene von Pet. Barlow. Die Platten sind zweitheilig, so dass durch die Verbindung beider Theile mittelst Schraubenbolzen durch 2—3 vorspringende stuhlartige Backen die symmetrischen Schienen festgehalten werden. Diese Platten haben an der untern Seite Rippen und 400mm Breite, am Stoss eine Länge von 1m,30 und die Mittelplatten, deren je nach der Schienenlänge 2—3 angebracht werden, 1m Länge. Die gegenüberliegenden Stuhlplatten waren anfangs durch gusseiserne Traversen von kreuzförmigem Querschnitt verbunden und als diese häufig brachen, wurden später flache schmiedeeiserne Spannstangen (ähnlich denen in Fig. 1 und 2, Tafel XIV) angebracht. Das ungleichmässige Senken ist zwar durch die grosse Länge vermindert und durch das grössere Gewicht dem Verrücken mehr vorgebeugt: dagegen sind diese Platten durch die geringe Tiefenlage in der Bettung der schädlichen Wirkung des Frostes und bei dem Unterstopfen leicht dem Zerbrechen ausgesetzt.

In ähnlicher Weise hatte auch Samuel gusseiserne Platten von 915mm Länge und 508mm Breite construirt, in welchen der Länge nach eine tiefe, ausserhalb durch 5 Querrippen verstärkte Rinne angebracht war; in dieser Rinne wurde die symmetrische Stuhlschiene durch von beiden Seiten eingeschlagene Holzkeile freischwebend getragen, so dass der untere Schienenfuss den Boden der Rinne nicht berührte. Auf eine Schienenlänge von 18′ waren 4 solcher Unterlagen vorhanden, so dass die Schienen auf 450mm Entfernung zwischen den Platten nicht unterstützt waren; der Schienenstoss war in gewöhnlicher Weise verlascht und freischwebend angebracht. Die beiden nächst dem Stosse liegenden Platten jeder Schiene waren mit den gegenüberliegenden Platten durch an die mittleren Querrippen angeschraubte Flacheisen-Stangen verbunden. Die Versuche mit diesen Unterlagen zeigten ganz dieselben Nachtheile wie die von Pet. Barlow, und fanden deshalb keine weitere Nachahmung.

B. Unterlagen von Griffin. — Durch die oben angedeuteten Mängel des Greave'schen Systems wurde G. E. Griffin zu Anfang des vorigen Decenniums veranlasst, diese Calotten wesentlich zu verbessern. Es sind ebenfalls schaalenförmige gusseiserne Unterlagsplatten (Fig. 3 und 4, Tafel XIV), aber von ovaler oder rechteckiger Grundfläche, an ihrer Oberfläche zur Verstärkung wellenförmig gerippt, und an ihrer Basis mit einer Verbreiterung versehen, um die aufliegende Fläche zu vergrössern. Diese Calotten werden für Bahnen mit starkem Verkehr 760mm lang und 458mm breit, für Bahnen mit mässigem Verkehr 712mm lang und 406mm breit gemacht, die Höhe derselben ist 180 bis 200mm. Grosse Lagerfläche und hinreichendes Gewicht der Platten sind die Grundbedingungen für die Brauchbarkeit des ganzen Systems. Die Schiene ruht auf der ganzen Länge der Unterlage in einer stuhlförmigen Vertiefung. Der an der äussern Seite des Schienenstuhls befindliche Backen desselben, welcher sich mittelst eines eingelegten elastischen Kissens von Teakholz *a* an die Schiene legt, hat die volle Länge der Schienenunterlage, während der innere Backen entweder an beiden Enden oder in der Mitte unterbrochen ist, um für

2 schmiedeeiserne Querstangen oder für 1 Querstange *b* und eine einfache Verlaschung *c* der Schienenstösse in der Mitte Raum zu lassen. Die letztere Construction ist jedenfalls vorzuziehen. Die eisernen Keile zum Festhalten der Schienen werden, abweichend von der in England üblichen Methode, an der innern Seite des Gleises angebracht. Der Keil selbst wird durch eine starke Stahlfeder, welche in dem Lager sitzt und auf den Keil drückt, unbeweglich erhalten. Die schmiedeeiserne Querstange *b*, welche je 2 Schienenunterlagen paarweise verbindet und durch einen eisernen Keil *d* darin festgeklemmt wird, ist zugleich so angeordnet, dass sie nur dann, wenn die Schiene vorher gelöst ist, herausgezogen werden kann. Dieser Umstand ist insofern von Wichtigkeit, als z. B. bei dem Greave'schen System, wo die Querstangen ganz durch die gusseisernen Calotten hindurchgehen, und nach Lösung eines Splints jederzeit leicht weggenommen werden können, es sehr schwierig gewesen ist, diese Querstangen vor Entwendung zu schützen. Auf eine Schienenlänge von 21' kommen 5 solcher Unterlagen.

Dieser Oberbau bietet gegen die bisherigen gusseisernen Unterlagen folgende Vortheile:

a. Volle Stabilität der Bahn, genügendes Auflager, ruhiges Fahren.

b. Er kann selbst bei schlechter thoniger Bettung angewendet werden, wie es auch wirklich in den Pampas der Central-Argentinischen Eisenbahnen (deren Boden bis zu bedeutender Tiefe aus schwarzem Thon, Lehm und Mergel besteht) in einer Länge von 418 Kilometern geschehen.

c. Die Griffin'schen Calotten sind nicht so leicht als andere gusseiserne Unterlagen dem Zerbrechen ausgesetzt, das Legen geht viel rascher und die Unterhaltung ist leichter.

In Folge der günstigen Resultate, welche man mit diesem Oberbau seit 7 Jahren auf der Argentinischen Bahn erlangte, wurde derselbe auch für die Verlängerung der Westbahn von Buenos Ayres auf 80,5 Kilometer sowie für die Uruguay-Bahn und andere Eisenbahnen am Plata-Strom angenommen.

Ausser diesen sind noch einige Systeme mit isolirten eisernen Unterlagen, die auf der Pariser Ausstellung von 1867 vorgeführt waren, kurz zu erwähnen:

a. Harel und Comp. aus Vienne (Isère) stellten eine Oberbau-Construction ganz aus Schmiedeeisen aus. Vignolesschienen ruhen auf Eisenblechplatten von 375^{mm} Länge und 275^{mm} Breite, an deren Aussenseite ein 50^{mm} breiter Streifen vertical abwärts gebogen ist. Die Querverbindungen sind ┌┐ Eisenstangen, welche unter die Platten angenietet sind. Die Befestigung der Schienen geschieht mittelst zweier auf die Blechplatte genieteter Eisenstücke, von denen das eine den äussern Schenkel des Schienenfusses übergreift, das andere auf der andern Seite des Schienenfusses die Führung für einen flachen Keil bildet, der einen in einem länglichen Loch der Blechplatte steckenden Kramphaken gegen den Schienenfuss antreibt und so die Schiene sicher festhält.

b. Richardson's Zellenplatten-System, welches kürzlich bei der unterirdischen Metropolitan-Bahn in London in Anwendung gekommen ist. Die Unterlagen sind gusseiserne, kreisförmige Scheiben von 500^{mm} Durchmesser, welche eine Anzahl Löcher oder Zellen enthalten; an der Auflagerfläche sind sie mit Verstärkungsrippen versehen, die sich in der Kiesbettung festsetzen; der Kies dringt zuerst in die Zellen ein, wodurch die Lagerung fester werden und zugleich das Regenwasser schnellern Abfluss erhalten soll. Oberhalb sind Schienenstühle angegossen, worin die symmetrischen Stuhlschienen mittelst Holzkeilen befestigt sind. Die Querverbindungen bestehen aus Winkeleisen, die zu beiden Seiten der Zellenplatten angeschraubt werden, aber nicht für jedes gegenüberliegende Paar erforderlich sind. Die Schienenstösse sind schwebend und werden verlascht.

c. Wilson in Indien construirte die Einzelunterlagen als 354^{mm} breite und 530^{mm} lange (in der Schienenrichtung) Platten von 3^{mm} dickem Wellenblech, welche 37^{mm} tief in

die Bettung eingreifen. Je 2 gegenüberliegende Platten sind durch Querschwellen von trapezförmigem Querschnitte mit einander verbunden. Die Befestigung der Schienen erfolgt durch Schrauben, welche ihre Mutter in einem unterhalb des Lagers befindlichen, 150^{mm} langen Eisenstücke finden. Dies System dürfte von allen drei das zweckentsprechendste sein.[48])

Weitere Erfahrungen über diese letzteren Systeme müssen noch abgewartet werden. Bei allen drei Constructionen kommen die Platten resp. das Wellenblech ganz an die Oberfläche der Bettung zu liegen und haben dieselben ein zu geringes Gewicht, als dass eine sichere, unverrückbare Lagerung erwartet werden könnte.

§ 21. Eiserne Querschwellen. — Schmiedeeiserne Querschwellen sind zuerst (1862) in Belgien, später auch in Frankreich und Portugal, nach verschiedenen Systemen zur Anwendung gekommen, und in neuester Zeit auch mehrfach in Deutschland versucht. Nach dem Profil dieser Querschwellen unterscheidet man:

A. System Cosyns. Schwellen von ⊢⊣-förmigem Querschnitt (Fig. 11 und 12, Tafel XIV). Dieses erste eiserne Querschwellensystem von Cosyns, Director der Hüttenwerke »Société anonyme de Marcinelle et Couillet« bei Charleroi kam daselbst (1862) auf einer kurzen Strecke in Anwendung und wurde auch in neuester Zeit auf der holländischen Staatsbahn zwischen Deventer und Zwolle versucht.

Doppelt T-förmige horizontal liegende gewalzte Eisenschwellen tragen zuerst eichene Polsterhölzer *a*, auf welchen die erforderliche Neigung eingeschnitten ist und auf diesen die Schienen. Zwei Schraubenbolzen (mit Unterlagsscheiben und oben befindlichen Muttern) halten den Schienenfuss, indem sie durch das Polsterholz gehen, an der Schwelle fest. An den Stössen *c* sind 4 Schraubenbolzen, 2 für jedes Schienenende vorhanden.

Die Höhe des Doppel-T-Eisens beträgt 180^{mm}, die Länge der Schwelle 2^{m},50, das Schwellengewicht 45 Kilogr. und der Preis pro Stück (ohne Polsterhölzer) 7 Frcs. 20 Cent. = 5,76 Mk.

Das in der Pariser Ausstellung (1867) befindliche Bruchstück dieses Oberbaues lag während 5 Jahre in einer der Société de Marcinelle et Couillet zum Betriebe ihrer Bergwerke dienenden Bahnstrecke von 0,018 Steigung, woselbst schwere Züge mit Wagen von 10,000 Kilogr. und vierrädrige Tenderlocomotiven von 22,350 Kilogr. Gewicht verkehrten und beim Abwärtsfahren stets die Bremsen in Anspruch nahmen. So lange Holzschwellen daselbst in Gebrauch gewesen, lösten sich die Schienennägel nach kurzer Zeit, die Schwellen bekamen Sprünge und wurden längstens nach zweijährigem Gebrauch untauglich. Seit der Einführung der Eisenschwellen war die Bahn fortwährend in gutem Zustande. Heben und Nachstopfen war fast gar nicht erforderlich, und als die Schwellen aus dem Gleise gehoben wurden, bemerkte man nur unbedeutende Spuren von Rost. Die Schwellen könnten sogar, ohne der Stabilität Eintrag zu thun, etwas leichter gehalten werden.[49])

B. System Vautherin. Querschwellen von trapezförmigem Querschnitt (Fig. 7—10, Tafel XIV). Dieser von Vautherin, Ingenieur der Eisenwerke der Franche-Comté (Ménans & Comp.) zu Fraisans (Jura) construirte eiserne Oberbau besteht aus Querschwellen von Halbröhren in trapezförmiger Gestalt, welche in die Kiesbettung eingelegt, den Schotter in ihren hohlen Raum aufnehmen. Der Erfinder ist bei der Wahl dieser Form von der Ansicht ausgegangen, dass die Schwelle eine ebene Oberfläche zum sichern Auflagern des Schienenfusses haben, und ferner die Höhe derselben gross genug sein müsse, um dem eingeschlossenen Bettungs-

---

48) Winkler, Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl. p. 178.

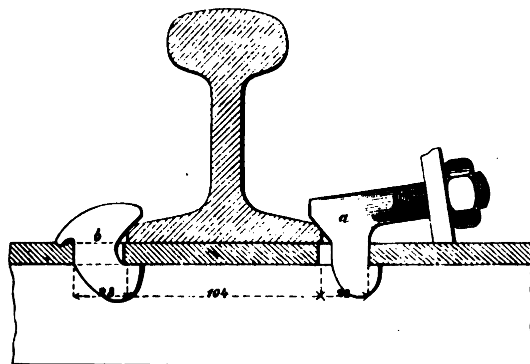
49) Die Verkehrsmittel auf der Weltausstellung in Paris im J. 1867. Oesterr. officieller Ausstellungsbericht, 2. Lief. p. 98.

körper die nöthige Stärke zu geben, und dass das Material zwischen Scheitel und Fuss in einer Weise vertheilt sein müsse, welche die neutrale Achse durch den Schwerpunkt gehen lässt. Dabei soll das Eisen stark genug sein, um bei etwa mangelhafter Füllung des Innern mit Stopfmaterial unter der Last der Züge nicht zu brechen.

Versuche, welche bei der französischen Ostbahn gemacht sind, ergaben, dass derartige Schwellen, welche bei $1^m,5$ freiem Auflager in der Mitte mit 3,500—3,700 Kilogr. belastet wurden, unter diesem Gewichte nur ihre Form veränderten, ohne zu brechen. Die trapezoidale Form soll ausserdem den Vortheil bieten, dass die Schwelle, indem sie sich unter dem Gewichte der Züge senkt, kräftig den Ballastkern umschliesst und entlang der Seitenwände eine energische Reibung verursacht, welche in wirksamer Weise eine seitliche Verschiebung der Schwellen in den Curven verhindert.

Die Neigung der Schienen (von $^1/_{20}$) kann auf 2 Arten erzielt werden, entweder durch entsprechend geformte Unterlagsplatten *e* (Fig. 7—9, System der Lyoner Bahn), oder durch Krümmung der Schwellen nach dem entsprechenden Kreisbogen (Fig. 10, System der französischen Nord- und Westbahn). Einer allfallsigen Ungenauigkeit, die bei der Abkühlung entsteht, wird mittelst einer Presse abgeholfen. Je nachdem von dem einen oder andern Mittel Gebrauch gemacht wird, ist auch das zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen dienende kleine Eisenzeug ein verschiedenes. Im Allgemeinen bedient man sich der Kramphaken *a*, *b* und der Keile *c*. Es ist jedoch an dem Grundsatze festgehalten, dass ein Ersatz einzelner Stücke möglich ist, ohne die Schwelle heben zu müssen, dass ferner zur Erleichterung der Ueberwachung das Anziehen der Befestigungsstücke nur auf der innern Seite der Schiene stattfindet und dass der ebenso leicht anzuziehende als zu lösende Keil, das Schlussmittel bildet. Dabei ist die Klemme *b*, gegen welche der Keil wirkt, nach abwärts in die Kiesbettung verlängert, um den hinter ihr befindlichen Keil vor einem Herausgleiten zu schützen, welches durch das Nachstopfen verursacht werden könnte. Der hakenförmige Gegenkeil *d* bei dem System der französischen Nordbahn hat den Zweck, den Keil *c* gegen das Lockerwerden in Folge des federnden Auf- und Niedergehens der Schwellen beim Passiren der Züge zu sichern.

Fig. 28.



= $^1/_4$ der nat. Grösse.

Das Befestigungssystem von Degreff & Rummens (Fig. 28) ist auf der Grand Central Belge versuchsweise zur Anwendung gekommen. Eine keilförmige Unterlagsplatte, welche über einen Schraubenbolzen gesteckt wird, der auf der einen Seite eine Nase besitzt, auf der andern als Kramphaken geformt ist, wird durch eine Mutter gegen die Schiene gepresst, gleitet auf der Querschwelle, drückt den Bolzen nach oben, und die Nase auf die Schiene, und hält dadurch dieselbe fest. Nur die Drehung der Mutter, welche durch die starke Pressung der Unterlagsplatte gegen dieselbe und durch die hierdurch hervorgebrachte Reibung im Gewinde vor einem

Lockern gesichert ist, kann die Lösung der Schiene bewirken. Bei dieser neuen Befestigungsart hat man nur zweier Stücke nöthig, sowohl in der Curve, als im geraden Strange. Diese zwei Stücke erlauben mittelst der drei möglichen Combinationen auch dreierlei Spurweiten, ohne Anwendung von Stücken verschiedener Dimensionen, die sonst den Oberbau mit eisernen Schwellen complicirt machen. Die Lochung der Schwellen ist bei allen übereinstimmend, sehr einfach und vortheilhaft. Die Anwendung dieses Systems macht alle Vorrichtungen zum Nachmessen der Spurweite überflüssig; weil dieselbe nur von $1^m,435$ auf $1^m,440$ und $1^m,445$ geändert werden kann, je nachdem die mit Muttern versehenen Hakenbolzen einer Schwelle beide innerhalb des Gleises, oder eine innerhalb, die andere ausserhalb, oder beide ausserhalb angewendet werden. Auf diese Weise können die bezüglichen Beamten die Spurweite auf jeder Stelle sogleich ablesen, sodass kein Fehler in der Schienenentfernung der Aufsicht entgehen kann. Die Befestigungsstücke einer Querschwelle, nämlich zwei Hakenbolzen *a* mit Muttern und zwei Kramphaken *b* wiegen ungefähr 1,5 Kilgr.

Fig. 29.

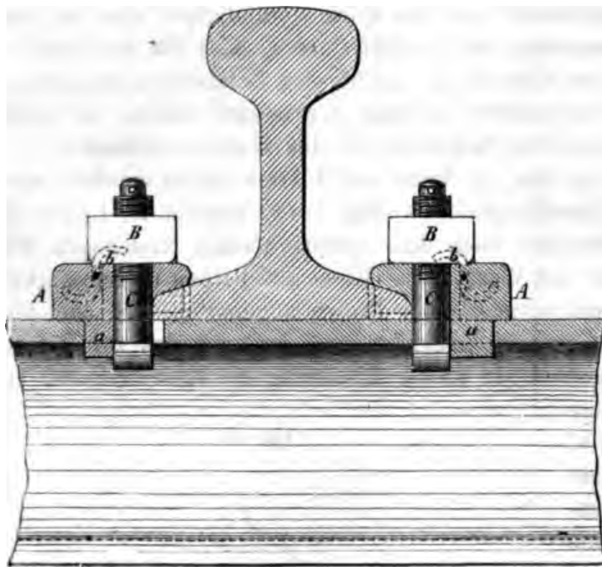
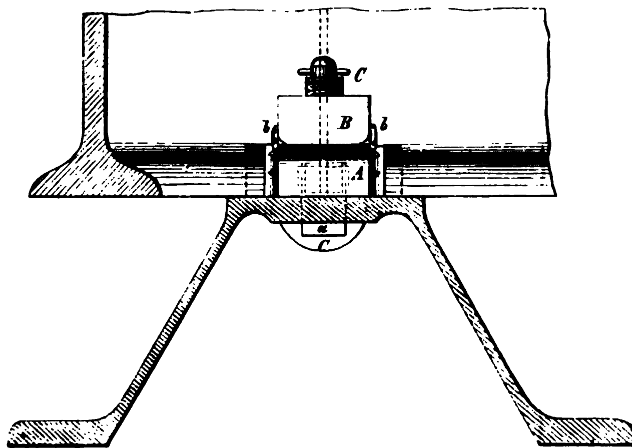


Fig. 30.



= $^1/_3$ der nat. Grösse.

Eine andere sehr sichere Schraubenbefestigung zeigt Fig. 29 und 30. Dieselbe ist von H. Bellet angegeben und auf der französischen Nordbahn versucht, sie besteht im Wesentlichen aus zwei kleinen gusseisernen Tatzen *A*, *A*, welche von den Schrauben *C* durchdrungen werden; die letztern haben flache halbcylindrische Köpfe, mit welchen sie in die rechteckigen Löcher der eisernen Querschwelle von oben eingesteckt und dann in einem rechten Winkel gedreht werden, sodass sich die Schraubenköpfe an die Decke der Schwelle anlegen. Ein an der Tatze *A* unten angebrachter kleiner viereckiger Vor-

sprung *a* füllt den Rest des rechteckigen Lochs in der Schwelle aus und verhindert so das Drehen der Schrauben. Ein unter der Schraubenmutter *B* in eine Rinne der Tatze *A* gelegter und an den Enden umgebogener Drahtstift *b* verhindert erstere sich zu lösen. — Wenn man die Mutter anziehen will, muss der Stift *b* mit den gebogenen Enden, wie punktirt angedeutet, nach unten seitwärts von der Tatze umgelegt werden. Veränderungen der Spurweite in den Curven lassen sich hier leicht durch Verwechslung beider Unterlagsplatten *A A* mit verschieden breiten Vorsprüngen *a*, sowie durch andere Unterlagsplatten von verschiedener Breite herbeiführen.

Die Schwellen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn haben folgende Dimensionen und Gewichte:

Länge = $2^m,40$, Breite des Schwellenfusses = 260^{mm}, Breite der Schwellendecke der Mittelschwelle = 80^{mm}, desgleichen der Stossschwelle = 130^{mm}; Gewicht der Mittelschwelle = 39 Kilogr., Gewicht der Schwelle neben der Stossschwelle = 40 Kilogr., Gewicht der Stossschwelle = 54 Kilogr.; Preis der Mittelschwelle = 10 Frcs. 50 Cent., Preis der Schwelle neben der Stossschwelle = 10 Frcs. 60 Cent., Preis der Stossschwelle = 14 Frcs.

Das Hauptmoment bei der Entscheidung, welches Oberbausystem zu wählen ist, bildet stets der Kostenpunkt. Die Auslagen für die erste Herstellung kann man bedeutend mindern, dadurch dass man die Schwellen kürzer hält. Das Hinausragen der Holzschwellen ausserhalb der Schienen ist hauptsächlich aus dem Grunde erforderlich, damit die Schienennägel keine Sprengung der Holzfasern verursachen; diese Rücksicht fällt bei eisernen Schwellen weg, und in der That haben die schweizerische Westbahn und die belgische grosse Centralbahn mit Schwellen von nur $2^m,0$ Länge gute Erfolge erzielt. Am zweckmässigsten soll jedoch eine Länge von $2^m,20$ sein.

Die erste Anwendung der Vautherin'schen eisernen Schwellen wurde von der Paris-Lyoner Bahn schon im Jahr 1864 in der Nähe der Station Byane auf der Linie Besançon-Lons le Saulnier mit 600 Stück gemacht. In Folge der günstigen Resultate wurden später auf der genannten Bahn noch 9000 Stück verlegt, ebenso 20000 auf den algierischen Bahnen. Auch die französische Nordbahn besitzt bereits auf 6 Kilometer derartige Schwellen; und auf der Ost- und Westbahn sind Versuchsstrecken gelegt.

Auf verschiedenen deutschen Bahnen (der Bergisch-Märkischen, Berlin-Anhalter, Hannoverschen, Niederschlesisch-Märkischen, Oberschlesischen, preussischen Ost-Bahn, der Pfälzischen, Rheinischen, Saarbrücker, Westfälischen, Württembergischen Eisenbahn) sind Versuche mit eisernen Schwellen nach dem System Vautherin gemacht, die sich theilweise bewährt haben. Die Schwellen der Saarbrücker Bahn sind $2^m,207$ lang, an dem Schienenauflager 80^{mm} breit und 8^{mm} gleichmässig dick, an der Basis 170^{mm} im Lichten breit, mit $4\frac{1}{2}^{mm}$ dicken Seitenflächen und endigen in 30^{mm} breite, 8^{mm} starke Füsse; diese Schwellen wiegen incl. Befestigungskloben und Keilen ca. 30 Kilogr. pro Stück und kamen (bei den niedrigen Eisenpreisen) nur auf ca. 5,50 Mk. pro Stück zu stehen, waren daher bei der ersten Anschaffung schon nicht theurer als eichene Querschwellen sammt Nägeln und Unterlagsplatten, versprechen aber eine viel grössere Dauer.

Das Unterstopfen der Schwellen kann bei dem Vautherin-Oberbau gut bewirkt werden, und hat sich die trapezförmige Querschnittsgestalt als eine für die Function der Querschwellen geeignete erwiesen, sie umfasst die Kiesbettung fest und verhindert das seitliche Ausweichen des Bettungsmaterials, es bildet sich unter der Schwelle bei Verwendung von gleichmässigem, mittelgrobem, nicht zu magerem, etwas Bindemittel haltendem Kiese ein fester, tragfähiger Rücken.

Die Schwellenköpfe müssen vollständig mit nicht zu leichtem Bettungsmateriale überdeckt sein, da sonst das unter den Schwellen liegende Bettungsmaterial in trockenem Zustande beim Ueberfahren der Züge an den Kopfenden seitwärts ausstäubt.

Die Form der in der Längsrichtung gekrümmten Schwellen zur Erzeugung der erforderlichen Schienenneigung ($^1/_{20}$) hat sich unverändert erhalten und haben die eisernen

Schwellen nach mehrjährigem Liegen in der Bahn an der Unterfläche nur wenig Rost gezeigt.

Die Befestigungseisen haben bisher ihren Zweck erfüllt, die Festhaltung der Schiene auf den Schwellen ist eine vollkommene und durchaus sichere, die Spurweite hat sich bis jetzt überall erhalten, indessen haben sich die Befestigungstheile, wenn auch nur langsam, in das Eisen der Schwellen eingefressen, so dass nach längerer Zeit eine Spurerweiterung eintrat. Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, dass die Befestigungstheile so construirt werden müssen, dass sie nicht allein dem Losewerden der Schienen, sondern auch dem Grösserwerden der Spurweiten entgegenwirken können, wobei es jedoch wünschenswerth bleibt, dieselben möglichst einfach zu bilden.

Die Befestigungstheile selbst scheinen wenig Erneuerung zu erfordern, da sich an denselben weder Bruch noch Verschleiss gezeigt hat.

Es muss noch bemerkt werden, dass zur Vermeidung des Herausdrückens der Schliesskeile der Befestigungstheile sorgfältig darauf geachtet werden muss, dass keine grösseren Steine unter die Schwellen gestopft werden.

Fast übereinstimmend lautet das Urtheil aller Verwaltungen, welche den Vautherin-Querschwellen-Oberbau angewendet haben, dass die Lage des Gestänges wenig fest sei. Auch ist auf mehreren Bahnen das häufige Einreissen an den winkligen Biegungen der Schwellen, und das Durchbiegen derselben an den Köpfen beobachtet worden. Diesen Mängeln dürfte abgeholfen werden können durch Wahl genügender Eisenstärke und Herstellung einer rauhen Wandung im Innern der Schwelle, um eine grössere Reibung zwischen Schwelle und Bettung zu erreichen.

Das Neulegen dieses Oberbaues lässt sich mit grosser Raschheit und fast noch leichter als das des gewöhnlichen Holzschwellen-Oberbaues ausführen.

Bei dem früheren Bezug der Schwellen aus dem südlichen Frankreich haben sich die Beschaffungskosten per Stück auf 7,50 bis 9,00 Mk. gestellt. Jetzt dürften dieselben von inländischen Hüttenwerken bezogen 5 bis 6 Mk. per Stück kosten.

Bezüglich der Unterhaltungskosten giebt die Hannoversche Verwaltung an, dass dieselben im J. 1869 pro Meile 1110 Mk. betragen haben, wogegen die Westfälische Verwaltung die Unterhaltung als eine theuere bezeichnet, welche im Jahre 1869 pro Meile 6000 Mk. erfordert habe, wobei aber zugestanden wird, dass die Qualität des zu sandigen und mageren Bettungs-Materials wohl Schuld an diesen hohen Unterhaltungskosten gewesen sei.

C. System Le Crenier. Querschwellen von ⌒förmigem Walzeisen (Fig. 5 und 6, Tafel XIV.) Bei diesem System sind die ca. 300^{mm} breiten Schwellen an ihrer obern Decke auf 250^{mm} Breite flach und an den Seitenwänden nach Kreisbögen gekrümmt. Die Neigung der Schiene wird durch eine Vertiefung in der Schwellendecke gegeben. Die Befestigung der Schienen geschieht mittelst Deckplatten *a* und Schraubenbolzen. Die freischwebenden Stösse sind mit Winkellaschen *b* verbunden, von welchen Fig. 17, Tafel XIII einen Querschnitt giebt, und die auf S. 242 bereits besprochen wurden. Die Kiesbettung ist in der Gleisachse ausgespart und das Regenwasser folgt dem so gefurchten Längengraben, um transversal in gewissen Entfernungen abzufliessen; dadurch sind die Schwellen in ihrer Mitte freischwebend, was nicht vortheilhaft erscheint. Ein diesem ähnliches Bahnsystem ist seit 1860 auf der portugiesischen Südbahn mit Schwellen von nur 4^{mm} Dicke, 250^{mm} Breite und $2^{m},40$ Länge, sowie von 25 Kilogr. Gewicht pro Stück in Anwendung und sollen dieselben seit dieser Zeit keine Veränderung erlitten haben, auch von den Schrauben noch keine ausgewechselt, und überhaupt nur die gewöhnlichen Rectificationsarbeiten der Gleise erforderlich gewesen sein.

D. System Steinmann. Schwellen von T-förmigem Querschnitt sind von dem österreichischen Ingenieur Theod. Steinmann (bereits 1866) und in neuester Zeit auch von der belgischen Société anonyme des hauts-fourneaux, usines et charbonnages de Sclessin (près Liège) vorgeschlagen, scheinen jedoch weniger

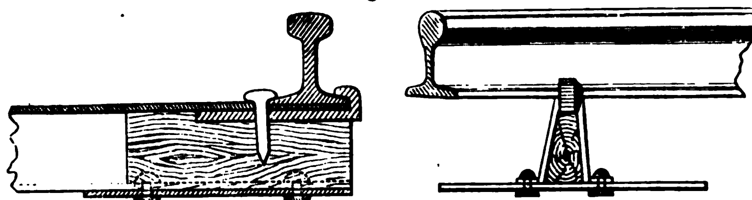
vortheilhaft, da die Form der Schwelle keinen Bettungskörper umschliesst und stärkere Dimensionen erfordert, so dass die T-förmigen Schwellen viel zu theuer kommen. Der doppelte Schenkel nämlich bildet das Auflager für die Schiene. Die belgische Gesellschaft hat ihren Schwellen eine Breite von 220^{mm} gegeben, während Steinmann denselben bei 2^{m},11 Länge eine obere Flantschen-Breite von 250^{mm} giebt.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen soll bei beiden Constructionen mittelst Schraubenbolzen und über die Schienenfüsse greifender Deckplättchen geschehen; die Neigung der Schienen wird von Steinmann durch schräge Unterlagsplatten und von der belgischen Gesellschaft durch entsprechendes Aufbiegen der Schwellen an den Enden bewirkt.

E. System Winkler. Querschwellen von doppelt T-förmigem Querschnitte werden vom Professor Dr. E. Winkler vorgeschlagen. Der obere kurze Schenkel, auf welchem die Schiene ruht, hat eine Breite von 90^{mm}, der untere von 150^{mm}, die Höhe der Schwelle ist 90^{mm}, die Stärken der Schenkel 8^{mm} und des Stegs 7^{mm}. Als Vortheile werden angegeben: a) Es ist die nöthige Grundfläche zur Uebertragung des Druckes auf die Bettung vorhanden, b) die Unterstopfung der Schwellen lässt sich genau so gut ausführen und genau so gut unterhalten, wie es bei den Holzschwellen der Fall ist, c) die Schwellen haben bei genügender Festigkeit einen möglichst kleinen Flächeninhalt des Querprofils, d) die Grundfläche liegt tief genug, um ein Lockern der Bettung durch Erschütterungen und Frost zu verhüten, und doch so hoch, dass das Unterstopfen und die Correction der Höhenlage während des Betriebes nicht zu sehr erschwert und keine zu grosse Füllmasse zwischen den Schwellen nöthig wird, e) die Schienen lassen sich sicher und leicht mittelst durch die obern Schenkel gesteckter Bolzen befestigen, und ebenso leicht wieder lösen, ohne die Schwelle aus der Lage zu bringen oder die Bettung aufzuwühlen, f) die Schwellen lassen sich leicht walzen.

F. System Langlois. Querschwellen von Zoréseisen. Dies System ist auf der Eisenbahn nach den Schlachthäusern von La Vilette bei Paris angewendet. Die Schwellen von Zoréseisen (von der Form eines umgekehrten V) haben 110^{mm} Höhe und 120^{mm} Basis, der laufende Meter wiegt 10,5 Kilogr. Die Auflagerfläche ist durch aufgenietete Blechplatten von 5^{mm} Dicke, 350^{mm} Länge und Breite vergrössert. In die somit geschlossene Höhlung ist von jeder Seite her ein Klotz von conservirtem, hartem Holz geschoben, je 300^{mm} lang, in welchen die Hakennägel wie gewöhnlich eingreifen, oder es wird nur ein einziger Nagel, Fig. 31, im Innern des Gleises, welcher durch

Fig. 31.



einen von aussen eingeschobenen Haken durchgreift, in den hölzernen Klotz eingeschlagen. Um der Schiene die übliche Querneigung zu geben, ist ein (in der Zeichnung nicht deutlich angegebener) dreieckiger Einschnitt in die Oberfläche der Eisenschwelle eingehobelt. Die Länge der Schwellen kann bei der Construction Fig. 31 bis 1^{m},60 reducirt werden. Der Preis pro Schwelle beträgt ca. 12 Frcs. = 9,60 Mk.

Uebrigens dürfte diesem Oberbau keine besondere Zukunft bevorstehen, da besonders die Form der Schwelle nicht richtig gewählt erscheint.

Ausser den bis hierher angegebenen wurden noch eiserne Querschwellen nach verschiedenen andern Profilen, so namentlich nach System Humbert (Fig. 32) auf der französischen Ostbahn, nach System Tardieu (Fig. 33) ebenfalls auf der französischen Ostbahn, nach System Legrand (Fig. 34) auf der Belgischen Staatsbahn, und Querschwellen aus gewelltem Blech (Fig. 35) auf der Lüttich-Mastrichter Eisenbahn versucht, die ziemlich gleich günstige Resultate ergeben haben. Die Befestigung der breitbasigen Schienen geschieht hierbei theils durch Kramphaken und Keile, theils durch Schraubenbolzen mit Deckplättchen. Auf der französischen Ostbahn hat man bei dem System Tardieu (Fig. 33) die Enden der Schwellen durch dünne Blechplatten abgeschlossen, um eine Verdrängung des Bettungsmateriales, sowie eine seitliche Verschiebung der Schwellen zu verhindern. Aus letzterem Grunde hat

Fig. 32.

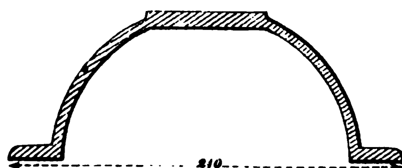
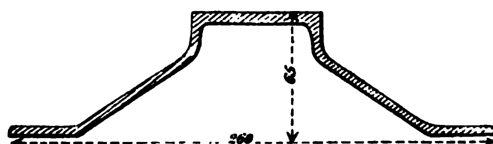


Fig. 34.



= $^1/_4$ der nat. Grösse.

Fig. 33.

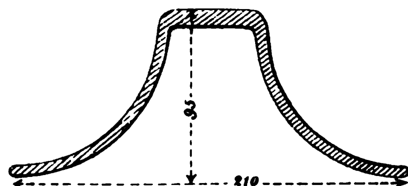
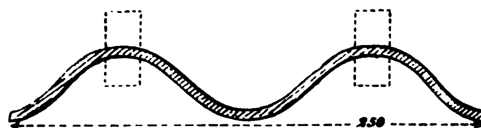


Fig. 35.



man auch zuweilen bei den Vautherin-Schwellen unter die Fussflantschen der Stossschwellen unmittelbar unter den Schienen kurze Traversen aus Winkeleisen genietet.

In der neuesten Zeit sind in Oesterreich einige Systeme aufgetaucht, die der Beachtung werth sind und daher hier kurz angegeben werden sollen. Mit denselben sind hie und da kurze Versuchsstrecken gelegt, doch ist seit ihrem Entstehen erst so kurze Zeit verflossen, dass von einem Bewährthaben oder nicht noch keine Rede sein kann.

1) System Lazar (Fig. 1 u. 2, Tafel XV.) — Diese Schwelle hat im Querschnitt die Form eines T, dessen 200^{mm} langer Doppelschenkel an den beiden Enden schräg umgebogen ist und die Bettung 22^{mm} tief fasst. Der kurze Schenkel ist vom Auflager der Schiene an 65^{mm} lang und die mittlere Stärke aller Schenkel 7^{mm}. Um den Schienen die nöthige Neigung zu geben, ist die Schwelle unter denselben nach oben gebogen. In der Entfernung von 0^m,9 von der Mitte aus hat die 2^m,3 lange Schwelle eine stark nach unten gerichtete Biegung erhalten, welche das Gleis gegen seitliche Verschiebungen möglichst widerstandsfähig macht. Die Befestigungsbolzen lassen sich bequem anbringen und lösen. Das königl. preussische Eisenbahn-

Regiment in Berlin hat eine Versuchsstrecke mit diesem Oberbau gelegt und spricht sich günstig darüber aus.[50]

2) System Oesterreicher. — Dieses System verwerthet die alten breitbasigen Schienen, und dürfte, aus einer gesunden Idee entsprossen, sich auf verschiedenen Bahnen Eingang verschaffen. Eine breitbasige Schiene mit der Basis nach unten wird als Querschwelle benutzt, und zur Erzielung eines genügenden Auflagers unter den Fahrschienen, an jeder Seite der Schwelle, ein ungleichschenkliges ⊐ Eisen von 500^{mm} Länge befestigt, dessen langer Schenkel unten liegt, und dessen oberer kurzer Schenkel zur Befestigung der Fahrschiene dient. Das Auflager unter den Fahrschienen erhält auf diese Weise eine Breite von 380^{mm}. Dieses System dürfte als eine Combination von Einzelunterlagen und Querschwellen zu bezeichnen sein, da wohl eigentlich nur die 500^{mm} langen Schwellentheile unter den Fahrschienen das tragende Element bilden, während die breitbasige Schiene als Schwelle zwischen diesen Theilen kaum zu unterstopfen sein dürfte.[51]

Da es oft vorkommt, dass vor dem Legen des Oberbaues kein Bettungs-Material vorhanden ist, sondern solches erst auf dem vorgestreckten Gleise herangefahren werden muss, so wird unter sonst gleichen Umständen demjenigen Oberbausysteme der Vorzug gegeben werden müssen, dessen Unterlagen in Folge der Form ihrer Basis, auch ohne in Kies eingebettet zu sein, stabil sind.

§ 22. Eiserne Langschwellen. — Da bei dem eisernen Langschwellenoberbau die in § 19 gerügten Nachtheile des hölzernen Langschwellensystems im Allgemeinen nicht auftreten, das Langschwellensystem aber dann manche Vortheile bietet, so waren die Bemühungen der deutschen Ingenieure zur Herstellung eines ganz eisernen Oberbaues in den letzten Jahren vorzugsweise diesem Systeme zugewandt, und es sind eine Anzahl verschiedener Constructionen zur Ausführung gekommen, welche meist ganz günstige Resultate geliefert haben. Der Langschwellenoberbau besteht im Allgemeinen aus der Fahrschiene und der Langschwelle.

Die Vortheile, die das Langschwellensystem aufweisen kann, sind:

a) continuirliche Unterstützung der Fahrschiene und in Folge dessen

b) Verringerung des Profils und Gewichts der Schiene auf ein Minimum, wodurch, ausser der Reduction der Anschaffungskosten, erreicht wird, dass bei der Auswechselung der Schiene nur eine geringe Masse als altes Eisen bei Seite geworfen zu werden braucht.

c) Vorhandensein eines grossen Widerstandes gegen seitliche Verschiebung des Gleises, in Folge der ganz in der Bettung liegenden Langschwelle.

Diese Vortheile zeigen sich nun bei den verschiedenen eisernen Langschwellen-Systemen in mehr oder minder erhöhtem Maasse.

Je nachdem nun die Fahrschiene mit der Langschwelle aus einem oder mehreren Körpern besteht, wird der Oberbau eingetheilt in das eintheilige, zweitheilige und dreitheilige eiserne Langschwellensystem.

I. Das eintheilige eiserne Langschwellen-System.

Das Princip, dem bei Construction des eintheiligen Systems gehuldigt worden, ist einen in horizontaler und verticaler Richtung widerstandsfähigen compacten Eisenkörper herzustellen, dessen Obertheil als Fahrschiene dient, und dessen unterer Theil, in der Bettung liegend, unterstopft werden kann und als Langschwelle wirkt.

---

[50]) Zeitschrift d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1876, p. 49. — Wochenschrift d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1876 Nr. 13, p. 135 und Nr. 45, p. 299. — Organ 1876, p. 1.

[51]) Zeitschrift d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1876, p. 133. — Organ 1876, p. 248.

In der Hauptsache sind nach diesem Principe nur zwei bemerkenswerthe Systeme aufgetaucht:

A. System Barlow (Fig. 13, Tafel XIV). William Barlow hat die erste Anwendung des eisernen Langschwellensystems (1849) gegeben. Schiene und Unterlage sind zu einer einzigen Schiene mit 280—330^{mm} breiter Basis verbunden. Festgenietete Laschenbleche *a* von 600—700^{mm} Länge verbinden mit je 8—12 Nieten die Schienen an den Stössen. Da die Bettung in die Höhlung der Schiene eintritt und sehr bald einen festen Kiesrücken bildet, so sind nur an den Stössen (in Entfernungen von 5^{m},5—6^{m},0) Querverbindungen durch Winkeleisen *b*, die an jeder Schiene durch zwei Niete verbunden sind, erforderlich.

Die Barlowschiene wurde auf verschiedenen Bahnen in England (Midland, Dublin-Belfast, Dublin-Ulster), auf der französischen Midibahn (Linie Bordeaux-Cette und Narbonne-Perpignan) und in neuester Zeit auch auf der Buenos-Ayres-Südbahn in Anwendung gebracht.

So sehr sich dieses System durch Einfachheit in der Construction, Festigkeit an den Stössen, Sicherheit und Regelmässigkeit in der Lage der Bahn auszeichnet, so ungünstig sind die Erfahrungen, welche man hinsichtlich der Dauer der Barlowschienen gemacht hat, indem sich sehr häufig, sowohl bei den in England, als auch bei den in Frankreich erzeugten Schienen dieser Art, Längsrisse in der Mitte des Schienenkopfs zeigten und sich in höchst eigenthümlicher Weise ein im Querschnitt dreieckiger, mit der Basis nach Oben gekehrter Spahn ablöste. Diese letztere Erscheinung mag daher kommen, dass wegen der geringen Wandstärke dieser Schienenform sich für den Kopf kein härteres feinkörniges Eisen verwenden lässt, sondern die ganze Schiene nur aus dem zum Fusse nöthigen sehnigen Eisen gewalzt werden kann, welches nicht die gehörige Dauer gegen die Einwirkungen der Räder aufweist.

Ausserdem hat diese Schiene noch den Nachtheil, dass nach Abnutzung des Kopfes eine zu grosse Menge Material den Werth alten Eisens erhält, und dass das Hantiren mit diesen schweren Schienen sehr beschwerlich ist.

B. System Hartwich (Fig. 16, 17 und 26, Tafel XIV). Der Geh. Oberbaurath Hartwich hat dem von ihm gewählten Systeme die Form einer gewöhnlichen breitbasigen Schiene gegeben, dergestalt dass diese unter Beibehaltung der Dimensionen des Kopfes und Fusses einer Fahrschiene, wie sie für Querschwellen-Oberbau geeignet ist, lediglich durch Vermehrung ihrer Höhe die erforderliche Tragfähigkeit erhält. Die Last jedes Rades wird in der Schienenrichtung auf eine solche Länge der Schiene vertheilt, dass die gewöhnliche Fussbreite von 105—125^{mm} ausreicht, um die nöthige Unterstützung auf der Bettung zu gewähren. Da die Tragfähigkeit im Quadrate der Schienen-Höhe wächst, so lässt sich bei der gewöhnlichen breitbasigen Schiene durch die wenig kostspielige Vermehrung der schwachen hohen Rippe die nöthige Tragfähigkeit leicht herstellen.

Die ersten Versuche stellte Hartwich (1865) mit einer 288^{mm} hohen Schiene auf den Linien Coblenz-Oberlahnstein und Mechernich-Call (Eifelbahn) an, wobei es sich ergab, dass die Höhe der Schienen noch bedeutend reducirt werden könne. Es wurde darauf (1867) die 2$\frac{1}{2}$ Meilen (18830 Meter) lange Linie von Kempen nach Kaldenkirchen mit einer 235^{mm} hohen, 59^{mm} am Kopf, 124^{mm} am Fuss breiten und 11^{mm} im Stege starken und pro laufenden Meter 43,41 Kilogr. schweren Schiene (Fig. 16 und 26, Tafel XIV) ausgeführt.

Zur Verbindung der 7^{m},53 langen Schienen an den Stössen dienen zwei hohe Laschen *a a* von 392^{mm} Länge, welche durch acht Schraubenbolzen von 26^{mm} Stärke

fest gegen die Schienen gezogen werden. Unter den Stössen liegen Unterlagsplatten *b* von 484^{mm} Länge und 222^{mm} Breite, sowie 17^{mm} Dicke (in der Mitte). Diese sind durch acht Schraubenbolzen von 23^{mm} Dicke mittelst besonderer Deckleisten *c* gegen die Füsse der Schienen geschraubt. Zur Verbindung der beiden Schienen eines Gleises unter einander, sowie zur Sicherung und genauen Adjustirung der Spurweite dienen die Querstangen *d* und *e* von 26^{mm} Durchmesser, welche an den Enden mit Schrauben und Unterlagsplatten versehen, und in Entfernungen von 0^{m},50—1^{m},60 theils oberhalb, theils unterhalb am Steg angebracht sind.

Zur festen Lagerung des Gleises werden im Planum zwei 470^{mm} tiefe, im Mittel 630^{mm} breite Gräben ausgehoben und diese mit grobem Kies oder Steinschlag gefüllt, welcher nass gestampft und gewalzt wird. Die darauf gelegten Schienen werden durch die Querstangen auf genaue Spurweite mit einander verbunden, in ihrer Lage vollständig ausgerichtet, gut unterstopft und dann mit gewöhnlichem Kiese bis unter die Köpfe verfüllt. (Siehe Holzschnitt Fig. 36.)

Die mit diesem Oberbau erzielten Resultate schienen anfangs so günstig, dass die Direction der Rheinischen Eisenbahn dieses System bei ihren neuen Bahnstrecken bereits auf 16 Meilen Länge in Anwendung brachte. Doch stellte sich während eines 5jährigen Betriebes heraus, dass die Rectificationsarbeiten bei diesem Oberbaue, namentlich die Kosten für Unterstopfen der Schienen, bedeutender als bei jedem andern Oberbau-Systeme sind und dass es sich auf der Hartwichschiene sehr hart fährt. Die Rheinische Eisenbahn ist daher in neuester Zeit zu dem Hilf'schen Oberbau übergegangen, welcher erfahrungsmässig die geringsten Unterhaltungskosten erfordert.

Fig. 36.



Die Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft hat mit dem Hartwich'schen System (im Sommer 1868) auf der Linie Deutz-Mühlheim einen Versuch mit einer nur 210^{mm} hohen Schiene ausführen lassen, welche Höhe sich als ausreichend gezeigt hat, und wovon der laufende Meter fertiges Gleis mit Unterbettung nur 22 Mk. 12 Pf. kostet. Derselbe ist also bei der ersten Anlage schon bedeutend billiger als Schwellen- oder Steinwürfeloberbau, da der gewöhnliche Oberbau mit 131^{mm} hohen 36 Kilogr. pro Meter schweren Schienen und imprägnirten eichenen Querschwellen ca. 30 Mk. pro laufenden Meter kostet.

Dieses günstige Resultat ist hauptsächlich durch die einfachere und solidere Stossverbindung und durch die verminderte Höhe der Hartwich-Schiene erlangt, indem die von der Rheinischen Bahn früher versuchten Profile dieses Systems bedeutend kostspieliger in der Herstellung waren. Von dem 235^{mm} hohen Profil der Linie Kempen-Kaldenkirchen kosteten die 1000 Kilogr. noch 222 Mk., während die 210^{mm} hohen Schienen der Köln-Mindener Bahn nur 187 Mk. herzustellen kosteten, also per Gewichtseinheit nicht theuerer sind, als die gewöhnlichen eisernen 130^{mm} hohen Schienen.

Die Hartwich-Schiene der Köln-Mindener Bahn (Fig. 17 und 17^{a}, Tafel XIV) hat eine Länge von 6^{m},59 und ein Widerstandsmoment = 17,021, die Aussenlaschen *a* ein solches = 17,474 und die Innenlaschen *b* = 5,283. Der Schwerpunkt der Schiene liegt 122^{mm} über der Unterkante des Fusses, also etwas über der Mitte der Schiene. Die Laschen sind 628^{mm} lang und durch je acht Laschenbolzen von 26^{mm} Stärke ver-

bunden. Die Schraubenmuttern sind 28mm hoch und haben zwölf Schraubengänge. Die Köpfe der Schrauben sind länglich viereckig und legen sich zur Verhinderung des Drehens mit der einen Ecke an die vorspringenden Rippen der Aussenlaschen. Bei der kräftigen Verlaschung werden die kostspieligen Unterlagsplatten, wie bei der Hartwich-Schiene der Rheinischen Bahn, ganz entbehrlich.

Auf eine Schienenlänge sind sechs Verbindungsstangen von 26mm Durchmesser, an den beiden Enden mit je zwei solchen Muttern wie bei den Laschenschrauben versehen, angebracht, wovon vier oberhalb in Entfernungen von 1m,64 angeordnet sind, und eine ausserdem noch durch die obern Laschenbolzenlöcher am Stosse geht, sowie eine andere noch in der Mitte der Schiene unterhalb über dem Fusse angeordnet ist. Die Löcher in den Schienen für die Laschenbolzen sind oval, 33mm lang und 28mm breit, die Löcher in den Schienen für die Verbindungsstangen sind kreisförmig, 28mm im Durchmesser.

Die Gewichte der einzelnen Theile des Hartwich'schen Oberbaues der Köln-Mindener Bahn betragen:

1 Aussenlasche = 23,82 Kilogr., 1 Innenlasche = 15,95 Kilogr., 1 Laschenbolzen = 0,95 Kilogr., 1 Verbindungsstange mit Muttern = 7,59 Kilogr.

Dieselben Theile des Oberbaues der Art von der Rheinischen Bahn wiegen:

1 Lasche = 20,19 Kilogr., 1 Unterlagsplatte = 12,97 Kilogr., 1 Deckleiste = 2,39 Kilogr., 1 Verbindungsstange mit 4 Muttern und Scheiben = 8,32 Kilogr., 1 Laschenbolzen = 0,74 Kilogr. 1 Schraubenbolzen für die Unterlagsplatten 0,48 Kilogr.

Nach dem Referat von der V. Eisenbahn-Techniker-Versammlung (1871 in Hamburg) über diesen Oberbau führt die Rheinische Eisenbahnverwaltung im Speciellen noch an, dass die frühere Stossverbindung, welche durch 392mm lange Laschen mit 8 Schrauben und durch 184mm lange Unterlagsplatten mit aufgeschraubten Deckleisten hergestellt wurde, sich nicht als ausreichend fest erwiesen hätte, dass dagegen die auf den neueren Linien angewendeten 614mm langen Laschen mit 12 Schrauben, bei Wegfall der Unterlagsplatten und Deckleisten, für die Stossbefestigung nichts zu wünschen übrig liessen. Ausserdem wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Verwendung von rein gesiebtem Kies, ausser zur Kiesbettung, auch zur Bildung der Bankette und zur Verfüllung der Gleise sich als nothwendig ergeben habe.

Die Königl. Sächsische Staats-Eisenbahn-Direction giebt über das Verhalten des auf den Sächsischen Staatsbahnen (Anfangs 1869 zwischen Chemnitz und Flöha in einer Länge von 4400 Meter) ausgeführten Hartwich'schen Oberbaues, ausser dass sich derselbe sehr hart fahre, kein Urtheil ab, weil der Unterbau an der betreffenden Stelle noch nicht consolidirt sei.

Die Königl. Württembergische Eisenbahn-Direction sagt über den (1869 auf der Tauberbahn, Bausection Schrozberg) ausgeführten Hartwich'schen Oberbau, dass häufig Verschiebungen und Setzungen vorkommen, welche auf den noch nicht consolidirten Unterbau zu schieben seien.

Die Köln-Mindener-Verwaltung kann über die Zweckmässigkeit des Hartwich'schen Systems noch kein sicheres Urtheil abgeben, da das betreffende Gleis aus 210mm hohen Hartwich-Schienen erst $1^3/_4$ Jahr liege; jedenfalls aber fahre es sich auf demselben härter als auf den gewöhnlichen Querschwellensträngen. Die Unterhaltungskosten dieses Gleises seien bis jetzt verhältnissmässig gering.

Aus den Referaten für die VI. 1874 in Düsseldorf abgehaltene Versammlung der Techniker der D. E. V. ist Folgendes anzuführen:

Die Niederschlesisch-Märkische Bahn hat Versuchsstrecken mit dem System Hartwich wieder umgebaut, weil das Schwanken des Gestänges die Sicherheit des Betriebes gefährdete, — die Oberschlesische Bahn hat gefunden, dass die Unterhaltungskosten der Systeme Hartwich, Vautherin und Hilf sich wie 160 : 92 : 47 verhalten, dass die Hartwich-Schienen an den Enden eine bleibende Durchbiegung erhielten und entfernt werden mussten, und dass es eines erheblichen Aufwandes an Arbeitskraft bedürfe, um die Schienen bei einer Auswechselung aus der gefrorenen Bettung herauszubringen, — die Rheinische Eisenbahn hat auf ihren (1868—70 verlegten) 150 Kilometer langen Hauptgleisen dieses Systems die tran-

rigsten Erfahrungen gemacht und in ausgedehntem Maasse Auswechselungen vorgenommen, welche in Holzschwellen-Oberbau erfolgten. — Auch die Königl. Sächsische Staatsbahn hat das System Hartwich wieder beseitigt. — Die Württembergische Staatsbahn sagt, dass sehr häufige und viele Auswechselungen wegen verhältnissmässig unbedeutender Beschädigungen an den Schienenköpfen nothwendig geworden seien. — Nach den Mittheilungen der vorgenannten Verwaltungen hat sich das System Hartwich bei keiner derselben bewährt und sind die meisten Versuchsstrecken bereits wieder mit anderen Oberbau-Systemen umgebaut worden, resp. steht dies bei dem Rest in Aussicht. Ueberall hat sich, abgesehen von den sonstigen beobachteten Mängeln, eine auffallend kurze Dauer der Schienen gezeigt, die wohl ihren Grund in der schwierigen Schweissung dieser hohen Schienen haben mag. Daraus folgt, dass das eintheilige System um so viel unvortheilhafter ist, je weniger die Schiene den Einwirkungen der Züge zu widerstehen vermag.

II. Das zweitheilige eiserne Langschwellen-System.

Das zweitheilige eiserne Langschwellen-System ist als eine Nachahmung des hölzernen Langschwellen-Systems zu betrachten. Bei beiden wird eine Fahrschiene continuirlich von einer steifen Langschwelle unterstützt, welche den Druck der Räder auf die Bettung überträgt. Bei diesem zweitheiligen Oberbau sind alle Vortheile des Langschwellen-Systems in erhöhtem Maasse zu erreichen und geht daher das Bestreben vieler deutscher Ingenieure dahin, dieses System zu vervollkommnen, um so mehr, da dasselbe in seinen besten Constructionen sich bis jetzt allenthalben vorzüglich bewährt hat.

Die Bedingungen, welche an das zweitheilige eiserne Langschwellen-System gestellt werden müssen, sind in der Hauptsache folgende:

a) Die Fahrschiene soll aus dem härtesten Material bestehen, damit sie der Abnutzung durch die Räder und der Zerstörung durch die Witterung den grösstmöglichsten Widerstand entgegensetzt.

b) Die Fahrschiene soll ein möglichst geringes Gewicht bei erforderlicher Stabilität besitzen, damit bei einer Auswechselung derselben nur eine geringe Masse verloren geht.

c) Die Fahrschiene soll die Anbringung einer guten Laschen-Construction ermöglichen.

d) Die Fahrschiene soll leicht zu walzen sein.

e) Die Langschwelle soll bei geringem Gewichte ein grosses Trägheitsmoment besitzen.

f) Die Langschwelle soll gegen Seitenausbiegungen möglichst steif sein.

g) Die Langschwelle soll ein so tiefes Einlagern in die Bettung gestatten, dass der Frost auf das Bettungsmaterial keinen schädlichen Einfluss ausübt, doch dabei eine so geringe Höhe haben, dass ein sehr leichtes Unterstopfen ermöglicht wird.

h) Die Langschwelle soll leicht zu walzen sein.

i) Die Langschwelle soll ein so grosses Auflager haben, dass die Belastung auf eine genügend grosse Bettungsfläche vertheilt wird.

k) Die Verbindung der Fahrschiene mit der Langschwelle soll einfach und solide sein, soll eine Auswechselung der Fahrschiene gestatten, ohne die Lage der Langschwelle zu verändern oder die Bettung umzuwühlen, und soll das Legen des Gleises in den Curven ohne viele Umstände ermöglichen.

l) Die Querverbindungen sollen möglichst einfach und regulirbar sein, die Spurweite sicher erhalten und bei Auswechselungen der Fahrschiene leicht gelöst und wieder befestigt werden können.

m) Das Gleis soll ohne Schwierigkeit auf einfache Weise und solide an der Verwendungsstelle zusammengesetzt und gelegt werden können.

n) Die Construction des Oberbaues soll das Legen desselben selbst in scharfen Curven auf einfache Weise gestatten.

A. System Mc. Donnell (Fig. 14, Tafel XIV). Dasselbe wurde in den Jahren 1853—1860 mit verschiedenen Modificationen auf der Eisenbahn von Bristol nach Exeter und der Bahn von Bredport versucht.

Die gewöhnlichen Brückschienen *a* sind auf plattenförmigen Langschwellen *b*, zu beiden Seiten mit zwei angewalzten Leisten *c c*, die der Breite des Fusses der Fahrschiene entsprechen, sowie in der Mitte mit einer Rippe *d* versehen, welche in die Höhlung der Schiene eintritt. Am Stosse ist noch eine ebenfalls durch eine Rippe verstärkte Unterlagsplatte *f* von 205^{mm} Breite angebracht, während die Langschwelle eine Breite von 370^{mm} erhielt. Die Rippe der Unterlagsplatte ist in der Bettung versenkt; zur Sicherung des Spurhaltens sind ausserdem in Entfernungen von 3^{m},65 Querverbindungen *g* zwischen beiden Schienenreihen angebracht, die unter den Langschwellen liegen und angeschraubt sind. Das Ganze ist durch Schraubenbolzen mit den Muttern obenauf verbunden; vier Bolzen sind am Stoss der Langschwellen an jeder Unterlagsplatte angebracht und acht Bolzen dienen ausserdem zur Befestigung der Schienen und Verbindungsstangen. Futterstücke von creosotirtem Tannenholz *e* liegen zwischen den Schienenfüssen und Langschwellen, um eine gewisse Elasticität zu erzielen.

Bei den verschiedenen Modificationen dieses Systems sind theils die Langschwellen schmäler (nur 280^{mm} breit), theils schwach gewölbt, theils mit einer Längsrippe in der Mitte nach unten gekehrt versehen und dann eine durchlaufende Unterlagsplatte mit wechselndem Stoss und einer in die Höhlung der Schiene eingreifenden Rippe zwischen Schiene und Langschwelle mit den gewöhnlichen Befestigungsschrauben angeordnet; auch wurden bei einer Construction, ausser den oben erwähnten Querverbindungen, in Entfernungen von 7^{m},30, Zugstangen zwischen den beiden Gleisen angebracht, wodurch die Seitensteifigkeit vermehrt werden sollte.

Alle diese Constructionen haben sich aber nicht bewährt, da theils, durch das geringe Eingreifen der Langschwellen in die Bettung, der ganze Oberbau zu wenig fest gelagert und den Einwirkungen des Frostes zu sehr ausgesetzt war, anderntheils aber die Langschwelle ein viel zu geringes Trägheitsmoment besass, und ausserdem die schwierige Fabrikation der Langschwellen die Herstellung des Oberbaues nicht unbedeutend vertheuerte.

B. System Hilf [52]) (Fig. 3—11, Tafel XV). Zur Fahrschiene ist eine breitbasige Schiene von 110^{mm} Höhe mit scharf unterschnittenem Kopfe gewählt, welche eine kräftige Laschenverbindung (Fig. 5) zulässt. Das Gewicht der Schiene beträgt 25,8 Kilogr. pro laufenden Meter, demnach ca. 25% weniger wie das der gewöhnlichen Schiene. Die Fahrschiene hat eine Länge von 9^{m},0 und für den innern Strang der Curven von 8^{m},9; für die Bahnhofsgleise sind die Schienen 6^{m},0, resp. 5^{m},9 lang. Um die Einklinkungen der Schienen zu vermeiden, dient zur Verhinderung der Längenverschiebungen ein gegen die Lasche stossendes Deckplättchen der Schienenbefestigung (Fig. 9). Der Schienen- und Langschwellen-Stoss findet über der untergelegten Querschwelle, deren Gewicht 76,4 Kilogr. und deren Länge 2^{m},6 beträgt, statt. Die Verbindung der Fahrschiene mit der Langschwelle geschieht mittelst 26 Schraubenbolzen im Gewicht von 8,05 Kilogr.

[52]) Der eiserne Oberbau — System Hilf — für Eisenbahn-Gleise von M. Hilf Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag 1876.

und Deckplättchen (Fig. 10) im Gewichte von 1,75 Kilogr. Bei den Curvengleisen werden die Langschwellen nach den entsprechenden Radien für die Befestigungsbolzen gelocht und genügen für alle Curven acht verschiedene Schablonen (und zwar nach den mittlern Radien von 200ᵐ, 240ᵐ, 330ᵐ, 450ᵐ, 620ᵐ, 875ᵐ, 1600ᵐ und ∞) zur Aufzeichnung der Bolzenlöcher Die kleinen Unrichtigkeiten, die hierdurch entstehen, werden nicht wahrgenommen; nur den Schienenstössen ist, bei Legung des Gleises, die der Curve genau entsprechende Lage zu geben. Man erhält auf diese Weise, ohne die Fahrschiene vor dem Verlegen biegen zu müssen, eine bleibende richtig gekrümmte Form der Schiene, da sie durch die Schrauben leicht in die richtige Curve gebracht werden kann. Durch die festliegende, der seitlichen Verschiebung entgegenwirkende Langschwelle wird ein unverrückbares Curvengleis hergestellt, welches auch bei Auswechselung einer Fahrschiene erhalten bleibt, da bei dieser Hantirung die Langschwelle nicht verrückt zu werden braucht. Eine Curvenschiene, welche auf ihrer innern Kopfseite gelitten hat, kann auf derselben Langschwelle leicht herumgedreht und mit der entgegengesetzten Krümmung solide befestigt werden, ohne dass eine besondere vorherige Biegung nothwendig ist.

Die 300ᵐᵐ breiten und früher 10ᵐᵐ, in neuester Zeit nur 8ᵐᵐ starken Langschwellen, welche sich nach der hier dargestellten Form erfahrungsgemäss ohne Schwierigkeit walzen lassen, haben alle eine Länge von 8ᵐ,96 und 8ᵐ,86 für den innern Strang der Curven, auf den Bahnhöfen eine Länge von 5ᵐ,96 bezw. 5ᵐ,86 und wiegt der laufende Meter jetzt nur 29,37 Kilogr. Unter Zugrundelegung einer Radbelastung von 7000 Kilogr. und einer Beanspruchung der Langschwelle von 750 Kilogr. pro □ Centimeter, bleibt die Beanspruchung der aus Bessemerstahl bestehenden Fahrschiene bei einer Entfernung der Stützpunkte bis zu 0ᵐ,9 innerhalb der wünschenswerthen Grenzen. Durch die Form der Langschwelle werden an deren Basis zwei hohle Räume gebildet, welche ein festes und geschlossenes Unterstopfen des Bettungsmaterials wesentlich erleichtern. Das Material kann nicht ausweichen und wird bei der Belastung nur noch mehr zu einem festen Körper zusammengedrückt. Gleichzeitig wirkt die gewählte Querschnittsform einer seitlichen Verschiebung der Langschwelle kräftig entgegen, wodurch die Regulirungsarbeiten bedeutend reducirt werden.

Auf eine Schienenlänge von 9ᵐ,0 ist bei geraden Strecken und bei Curven 1 Querverbindung von 25ᵐᵐ,4 Stärke angenommen (Fig. 7); dieselbe hat eine Länge von 1ᵐ,64 und mit den Unterlagsplättchen (Fig. 7 und 11) und Muttern ein Gewicht von 7,8 Kilogr. Die Unterlagsplättchen bewirken einestheils ein gleichmässiges Anliegen der Muttern, anderntheils tragen sie zur Erhaltung der Neigung der Schienen bei. Die Stärke und Zahl der Querverbindungen haben sich als vollkommen ausreichend erwiesen, anfangs wurden 3, später 2 Querverbindungen pro Schienenlänge angenommen, auch die Doppelmuttern daran sind jetzt als überflüssig in Wegfall gekommen. Die Lage dieses Oberbaues in der Bettung zeigt Fig. 7, Tafel XV.

Das Lochen der Lang- und Querschwellen, das Befestigen der Schienen und das Biegen der Querschwellen, sowie die gesammte Montirung geschieht am besten in einer besonders zu diesem Zwecke angelegten Werkstätte, welche jedoch zweckmässig derartig eingerichtet ist, dass sie leicht von einem Orte zum andern versetzt werden kann. Die fertig montirten 9ᵐ,07 langen Gleisstränge werden dann mittelst Krähne auf Wagen geladen und zur Verwendungsstelle geschafft, wo dieselben durch einen besonders construirten (vorn im Zuge stehenden) Krahnwagen entladen und an die richtige Stelle gebracht werden.

Die ersten Anlagekosten des Hilf'schen Oberbaues betragen:

Stück-Zahl	Gegenstand	Gesammt-Gewicht Kilgr.	Preis pro 100 Kilgr. Mk.	Kostenbetrag pro Schienenlänge Gleis Mk.	Kostenbetrag pro Schienenlänge Gleis Pf.	Kostenbetrag pro laufd. Meter Gleis Mk.	Kostenbetrag pro laufd. Meter Gleis Pf.
	1. Materialwerth.						
	Eine 9m lange Gleisstrecke erfordert:						
2	Schienen (Bessemerstahl) à 9m,0 lang	464,4	25	116	10		
2	Langschwellen à 8m,96 lang	526,3	18	94	73		
1	Querschwelle 2m,6 lang	76,4	18	13	75		
1	Querverbindungsstange mit Zubehör	7,8	27	2	11		
52	Befestigungsbolzen mit Muttern	16,1	33	5	31		
44	Normale Deckplättchen	7,0	25,5	1	79		
4	Deckplättchen zur Festlegung der Laschen	2,5	25,5	—	64		
4	Laschen	15,3	19,0	2	91		
16	Laschen- und Querschwellen-Bolzen mit Muttern	8,8	31,5	2	77		
8	Winkelbleche	4,7	25,5	1	20		
	12,7 Cubikmeter Bettungsmaterial incl. Transport à 4 Mk.	—	—	50	80		
	Zusammen	1129,3	—	292	11		
	Daher Materialwerth pro laufenden Meter Gleis	.	.	.	.	32	46
	2. Kosten des Montirens und Verlegens etc.						
	Die Kosten der Werkstätte für das Lochen der Lang- und Querschwellen, das Aufschrauben der Schienen und den Transport und das Verladen der fertig hergerichteten Materialien zum Versandt auf die Eisenbahnwagen	—	—	2	50		
	Transport der Materialien zur Baustelle, Verlegen des Oberbaues, genaues Ausrichten und Unterstopfen, sowie Unterhaltung während der Bauzeit und für unvorhergesehene Ausgaben	—	—	12	—		
	Zusammen			14	50	—	—
	Daher Kosten für Montiren und Verlegen pro laufenden Meter Gleis	—	—	—	—	1	61
	Gesammtkosten der ersten Anlage pro laufenden Meter	—	—	—	—	34	07

Die ersten Anlagekosten eines Holzquerschwellen-Oberbaues mit 131mm hohen Schienen von Bessemerstahl und imprägnirten Eichenholzschwellen à Stück 7,50 Mk. betragen pro laufenden Meter Oberbau . . . . Mk. 36,69
bei einem Schwellenpreis von 6,50 Mk. . . . . - 35,63
- - - - 5,00 - . . . . - 34,04

Die jährlichen Erneuerungs- und Unterhaltungskosten für den laufenden Meter Oberbau sind:

für das Hilf'sche System . . . . Mk. 2,58
für das Holzquerschwellen-System . . . . - 3,16

Das Profil der Langschwelle nach Abzug der Befestigungslöcher hat eine Fläche

von 35,90 □ Centimeter, eine Höhe von 600^{mm} und eine Auflagefläche von 300^{mm}. Das Trägheitsmoment derselben beträgt 112,7 in Centimetern.

Das Profil der Fahrschiene beträgt 32,22 □ Centimeter, das Trägheitsmoment 514,2. [53])

Im Jahre 1867 wurde die erste Versuchsstrecke von 450 Meter Länge mit diesem Oberbaue im Bahnhof Asmannshausen der Nassauischen Bahn gelegt; bei diesem Versuche waren jedoch die gewöhnlichen Bahnschienen von 35,25 Kilogr. pro Meter beibehalten, auch der schwebende Stoss angewandt und die Fahrschienen mit den Langschwellen zum Theil durch Niete verbunden. Diese Gleisstrecke lag auf 348^{m} Länge in einer Curve von 600^{m} Radius und wurde täglich von acht Zügen befahren. Niete und Schrauben blieben während jahrelangem Betriebe fest und das Gleis in der Kiesbettung unverrückt, und war die Fahrt auf demselben ruhig und namentlich an den Schienenstössen sanft.

In Folge dieser günstigen Resultate wurde (Anfang 1868) das ca. 1,6 Meilen (11850^{m}) lange zweite Gleis zwischen Oberlahnstein und Ems der Nassauischen Bahn nach der oben beschriebenen Construction (jedoch mit 330^{mm} breiten, 10^{mm} starken Langschwellen) ausgeführt. In dieser Bahnstrecke liegen mehrere Curven von 300^{m} Radius. Der neue Oberbau befährt sich ruhiger und geräuschloser, als ein Gleis mit hölzernen Querschwellen, auch liegt derselbe unverrückbarer. Selbst nach dem Lösen der Querverbindungen zeigten die Schienen, bei dem Befahren mit voller Geschwindigkeit, nicht die geringste Aenderung der Lage. Man wendet daher in der neuesten Zeit anstatt 3 nur 1 Querverbindung pro Schienenlänge an, welche vollständig genügt. Ein Hauptvorzug dieses Oberbausystems ist die maschinenmässige Genauigkeit, mit welcher das Gleis gelegt und die Sicherheit, mit welcher es in der richtigen Lage erhalten werden kann; doch gehört immerhin zur Vorbereitung, zum Montiren und Verlegen ein so bedeutender hochbaulicher und maschineller Apparat, dass die leichte Handlichkeit, welche der Querschwellen-Oberbau besitzt, bei diesem Hilf'schen Systeme vollständig verloren gegangen ist.

Das Urtheil der Nassauischen Staatsbahn-Verwaltung über das zweitheilige eiserne Oberbau-System in dem bereits erwähnten Referate für die V. Eisenbahn-Techniker-Versammlung ist ein durchaus günstiges. Die Lage des Gleises, sowohl beim schwebenden Stoss als auch bei dem von der Langschwelle unterstützten Stoss der Fahrschiene sei nach Richtung und Höhe eine durchaus sichere und feste und Veränderungen der Spurweite seien nur durch Abnutzung der Fahrschiene hervorgerufen. Auch die Unterhaltungskosten dieser Gleise sind ausserordentlich gering und haben 1869 pro Meile Bahnlänge nur 736 Mk. 50 Pf. (98 Mk. 20 Pf. pro Kilom.) betragen.

Im Jahre 1869 und 1870 hat die Direction der Nassauischen Bahn diesen eisernen Oberbau auch auf den beiden Zweigbahnen der Lahnbahn (Limburg-Hadamar und Diez-Zollhaus) auf 26,329 Kilom. Länge mit 25,4 Kilogr. pro Meter schweren Gussstahl-Fahrschienen sowie 1871 auch bei dem zweiten Gleise zwischen Rüdesheim und Mosbach auf eine Länge von ca. 24000 Meter anwenden lassen, wobei die gussstählernen Fahrschienen nur 24,9 Kilogr. pro Meter wiegen. Im Jahre 1872 und 73 ist dieser Oberbau auch auf der Zweigbahn Eschhofen-Camberg auf ca. 16000 Meter Länge, sowie bei dem zweiten ca. 26000^{m} langen Gleise Ems-Limburg in Anwendung gekommen.

In Folge der auf den Nassauischen Bahnen mit dem Hilf'schen Oberbau erzielten ausserordentlich günstigen Resultate ist derselbe in der letzten Zeit auch noch bei verschiedenen andern deutschen Bahnen, der Oberschlesischen, Preuss. Ostbahn, Niederschlesisch-Märkischen, Rheinischen [54]), Pfälzischen Eisenbahn versuchsweise zur Ausführung gekommen

---

[53]) Musterconstructionen für Eisenbahnbau, 1. Bd. Serie B: Die eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau-Systeme, von C. Wilcke.

[54]) Auf der Rheinischen Eisenbahn wurde der Hilf'sche Oberbau auf einer Strecke der Eifelbahn von ½ Meile Länge neben dem Hartwich'schen eisernen Oberbau verlegt. Es ist nicht nur die Fahrt auf dem Hilf'schen Oberbau ungleich sanfter und ruhiger als auf dem Hartwich'schen, sondern es erfordert der erstere auch kaum den fünften Theil der Kosten für Unterstopfen und Rectificirung des letzteren.

und hat sich überall so gut bewährt, dass das Referat über die Beantwortungen der Frage: »Welche neuere Erfahrungen liegen über die Bewährung des ganz eisernen Oberbaues vor, und welches System hat die meisten Vorzüge?« welche für die im Jahre 1874 in Düsseldorf abgehaltene Versammlung der Techniker der deutsch. Eisenb.-Verwalt. aufgestellt war, folgender Maassen lauten konnte:

»Die fortgesetzten Versuche mit den verschiedenen Systemen des eisernen Oberbaues »haben ergeben, dass das zweitheilige System Hilf die meisten Vorzüge bietet.«

Beantwortet wurde die Frage von Eisenbahnen, welche Versuche mit den Systemen: Vautherin, Hartwich, Hilf, Scheffler, Köstlin und Battig angestellt hatten.

Ende 1876 war der Hilf'sche Oberbau auf theilweise bedeutenden Strecken der Nassauischen Staatsbahn, Rheinischen Bahn, Thüringischen Eisenbahn, Elsass-Lothringischen Reichsbahn, Hannoverschen Staatsbahn, Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn, Hessischen Ludwigsbahn, Bayrischen Staatsbahn, der Bahnen Berlin-Wetzlar und Coblenz-Sierk, der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Preussischen Ostbahn, Westfälischen Eisenbahn und der Niederländischen Staatsbahn eingeführt.

C. System Hohenegger (Fig. 13—15, Tafel XV).[55]) Im Jahre 1876 trat der Ober-Inspector der österreichischen Nordwestbahn, Wenzel Hohenegger, mit einer neuen Langschwelle hervor, welche, hervorgegangen aus der Hilf'schen Langschwelle, die Mittelrippe fallen und die beiden Seitenrippen in einer Schrägen hinabführen lässt. Das Profil hat nach Abzug der Befestigungslöcher eine Fläche von 29,26 □ Centimeter, und ist 72^{mm} hoch. Die Breite der Auflagefläche beträgt 275^{mm}, und das Trägheitsmoment 161,0 (in Centimetern). Die gussstählerne Fahrschiene besitzt eine Höhe von 122^{mm}, ist demnach bedeutend höher als die Hilf'sche, hat einen Querschnitt von 35,5 □cm. und ein Trägheitsmoment von 718,63.[56])

Durch diese Construction der Langschwelle der der Hilf'schen gegenüber soll erreicht werden:

a) ein leichteres Walzen,
b) eine grössere Tragfähigkeit, da durch die grössere Constructionshöhe und die bessere Material-Anordnung das Trägheitsmoment bedeutend vermehrt wird,
c) eine bedeutende Versteifung der Langschwelle in seitlicher Richtung.

Die Langschwellenlänge von 9^{m},7 ist für die Gerade und für Curven bis zu 375^{m} Radius bestimmt; für stärkere Curven bis 150^{m} Radius beträgt diese Länge 6^{m},45. Die Stösse der Fahrschienen und Langschwellen sind um 0^{m},99 versetzt. Unter dem Langschwellenstosse befindet sich eine Querschwelle von 2^{m},4 Länge, welche das Profil der Langschwelle besitzt, und ist dieser Stoss noch durch eine Lasche gesichert, welche die Auflagerrippe der Langschwelle direct unterstützt. Der Stoss der Fahrschiene ist durch eine Winkellasche und durch eine gewöhnliche Lasche gesichert. Ausser den Stossschwellen sind zur Querverbindung noch 2 Spurbolzen angebracht.

Unter Einsetzung der beim Hilf'schen Oberbau gewählten Einheitspreise sind die Kosten des Hohenegger'schen Systems:

---

[55]) Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1876. Heft III und IV. p. 67. — Wochenschrift des österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1876, Nr. 13, p. 135 und Nr. 51, p. 346.

[56]) Musterconstructionen für Eisenbahnbau, 1. Bd. Serie B: Die eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau-Systeme. Vom Abtheil.-Baumeister C. Wilcke.

Vordersätze	Gegenstand	Gesammtgewicht Kilogr.	Preis pro 100 Kilogr. Mk.	Kostenbetrag pro 100m Gleislänge Mk.	Pf.	laufend. Meter Gleis Mk.	Pf.
	1. Materialwerth.						
	Eine 100m lange Gleisstrecke erfordert:						
200m	Längsträger à 25,8 Kilogr. schwer . .	5160	18,0	928	80		
200m	Stahlschienen à 27,7 (ca. 75% Schienen von 9m,75 Länge und 25% von 6m,5 Länge)	5540	25,0	1385	00		
11,5 Stk.	Querschwellen à 2m,4 lang = 61,92 Kilgr.	712	18,0	128	16		
23m	Laschenpaare à 16,0 Kilogr.	368	19	69	92		
92 Stk.	Laschenbolzen à 0,6 Kilogr.	55	31,5	17	33		
23 -	- Spurbolzen à 5,13 Kilogr. . . .	118	27,0	31	86		
294 -	- Schienenbefestigungs-Bolzen à 0,35 Kilogr.	103	33	33	99		
92 -	Querschwellenbefestigungs-Bolzen à 0,38 Kilogr.	35	33	11	55		
46 -	Spurbolzen-Beilagen à 0,5 Kilogr . .	23	20	4	60		
294 -	Schienendeckplättchen à 0,38 Kilogr.	112	25,5	28	56		
92 -	Querschwellendeckplättch. à 0,45 Kilgr.	41	25,5	10	46		
140 cb.m	Schotter-Beschaffung und Verführung à 4 Mk.	—	—	560	—		
	Zusammen	12267	—	3210	23		
	Daher Materialwerth pro laufenden Meter Gleis	—	—		—	32	10
	2. Kosten des Montirens, Verlegens etc.						
	Das Lochen der Schwellen, Transport und Verladen der Materialien . . .	—	—	27	78		
	Transport der Materialien zur Baustelle, Verlegen, Ausrichten, Unterstopfen, Unterhaltung etc.	—	—	133	33		
	Zusammen	—	—	161	11		
	Daher Kosten für Montiren und Verlegen etc. pro laufend. Meter Gleis	—	—	—	—	1	61
	Anlagekosten pro laufend. Meter . . .	—	—	—	—	33	71

Das Hohenegger'sche System ist im Jahre 1876 auf der österreichischen Nord-West-Bahn in circa 7 Kilometer Länge probeweise zur Ausführung gekommen.

D. System Heusinger von Waldegg.[57]) Das Bestreben, die Nachtheile, welche dem Hilf'schen (in gleichem, wenn nicht höherem Maasse dem Hohenegger'schen) Oberbau noch anhaften, zu beseitigen, führte im Jahre 1876 den Oberingenieur Heusinger von Waldegg zu der auf Tafel XV, Fig. 16—22 ersichtlichen Construction.

Die Langschwelle ist mit 2 oder 3 Rippen nach unten versehen, welche in die Bettung gehen, im erstern Falle wie die Vautherin'sche Schwelle in 50mm breite horizontale Füsse endigen, im letztern Falle wie die Füsse der Hilf'schen Langschwelle gestaltet sind, ausserdem erstreckt sich noch eine Mittel-Rippe senkrecht nach oben und tritt in den

[57]) Musterconstructionen für Eisenbahnbau, Serie B: Die eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau-Systeme.

Hohlraum der als Brückschiene gebildeten Fahrschiene. Diese nach oben gehende Mittelrippe vermehrt das Trägheitsmoment der Langschwelle bedeutend und übernimmt den von der Fahrschiene übertragenen Seitendruck, so dass (entgegen der Hilf'schen Anordnung) alle Befestigungstheile vom auf Abscheeren Beanspruchtwerden gänzlich befreit sind. Dies ist auch die nächste Veranlassung die Befestigungsbacken, welche jetzt nur den Zweck haben, die Fahrschiene auf die Langschwelle zu pressen, in sehr geringer Anzahl anzuordnen. Die gussstählerne Brückschiene hat eine Höhe von 85^{mm} mit 7—8^{mm} starken Stegen, ist bedeutend leichter, als die Hilf'sche Fahrschiene und hat den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass sie viel leichter zu walzen ist und dass der senkrechte Druck der Walzen direct auf den Kopf der Schiene wirkt, derselbe demnach viel stärker comprimirt und dadurch widerstandsfähiger wird, als der einer breitbasigen Schiene. Die Stösse der Fahrschiene und der Langschwelle sind auf halber Länge versetzt, und erhalten sämmtlich eine Querschwelle zur Unterstützung, welche unter dem Stosse der Fahrschiene die Gestalt der Hilf'schen Langschwelle oder eines ┌─┐ Eisens, unter dem Langschwellenstosse aber die der Heusinger von Waldegg'schen Langschwelle hat. Die nach oben ragende Mittelrippe dieser letztern Querschwelle greift in den Zwischenraum der beiden zusammenstossenden Langschwellen ein und verhindert in der einfachsten und wirksamsten Weise das Wandern der Schienen in der Längsrichtung. Ausser diesen Querschwellen, welche sowohl als Spurhalter dienen, als auch die Schienenneigung sichern, sind keine Verbindungsstangen angebracht. Die Befestigung der Querschwellen mit den Langschwellen geschieht durch Schrauben mit concentrischen oder excentrischen Köpfen, welche in die länglichen, mit der Längsachse normal zur Gleisrichtung gelochten Löcher der Querschwelle gesteckt und mit den Füssen der Langschwelle verbunden werden. Diese letztere besitzt über der Mittelschwelle runde, über der Stossschwelle ovale Löcher um der Ausdehnung Rechnung zu tragen. Durch diese Anordnung mit den corresp. excentrischen Bolzen wird erreicht, dass die Bohrung der Querschwellen nur nach **einer** Schablone geschieht, und dieselben in den Geraden sowie in allen Curven verwendet werden können. Die Berührung der Fahrschiene mit der obern Rippe der Langschwelle wird durch Klammern hervorgebracht, welche über letztere an den Stellen gesteckt werden, an welchen die Befestigung von Schiene und Schwelle durch Backen und Keile erfolgt. Diese Klammern dienen zugleich zur Hervorbringung der Curve, haben dann ungleich dicke Schenkel und zwingen dadurch die sich unschwer biegende Schiene die betreffende Krümmung anzunehmen.

Ein weiterer Vortheil dieses Systems, gegenüber dem von Hilf und Hohenegger, ist der, dass jegliche vor dem Verlegen erforderliche Montirung des Oberbaues wegfällt und dass die Befestigungstheile für Fahrschiene und Langschwelle von oben eingesteckt werden können, und dass daher bei einem Auswechseln der ersteren die Langschwelle sowohl als die Bettung unberührt bleiben kann. Demzufolge sind alle Langschwellen für die geraden Linien sowohl als für die Curven ebenfalls nach **einer** Schablone gelocht. Die Langschwelle bleibt in der Curve gerade, nur die Fahrschiene wird gebogen und es geschieht diese Biegung, wie schon erwähnt, mittelst der Klammern. Da die Befestigungsbacken sowohl in der geraden Linie, als in den Curven an derselben Stelle der Langschwelle sitzen, so wird sich in der Curve die Fahrschiene den Backen nähern oder von ihnen entfernen, und wird dieser veränderte Zwischenraum durch [illegible]den starke Holzkeile ausgefüllt, welche zugleich durch die Form der Backen den [illegible]s auf die Langschwelle pressen. An dem Stosse der Fahrschienen dient [illegible] Lasche in Verbindung mit den verbreiterten Backen, welche sowohl

hier wie auch über den Stössen der Langschwelle an beiden Seiten der Schiene einander gegenüber sitzend angebracht sind, während sie im Uebrigen versetzt sind. Das Profil der Langschwelle gestattet die Anwendung dieses Oberbaues auf den mit Lang- oder Querschwellen versehenen eisernen Brücken in der leichtesten Weise, ermöglicht auch die Vernietung derselben mit der obern Gurtung der Haupt- oder Schwellenträger.

Die Fahrschienen und Langschwellen haben für gerade Linien und für Curven bis 850m Radius 9m,0 Länge, für Curven von 850m bis 550m Radius 7m,5 Länge und für Curven unter 550m Radius 6m,0 Länge (Fig. 20). Hierdurch gelingt es, Klammern in nur 8 verschiedenen Sorten herstellen zu brauchen.

Der Querschnitt der Fahrschiene beträgt 22,7 □ Centimeter, der der Langschwelle nach Abzug der Bolzenlöcher 35,95 □ Centm. Die Fahrschiene besitzt ein Trägheitsmoment von 181,25 und die Langschwelle ein solches von 299,98. [58])

Die Kosten dieses Systems betragen:

Vordersätze	Gegenstand	Gesammt-Gewicht Kilogr.	Preis pro 100 Kilogr. Mk.	Kostenberechnung pro 9m Gleis Mk.	Pf.	laufend. Meter Gleis Mk.	Pf.
	1. Materialwerth.						
	Eine 9m lange Gleisstrecke erfordert:						
18m	Gussstahlschienen à 17,7 Kilogr. . . .	318,6	25,0	79	65		
18-	- Langschwellen à 28,85 Kilogr.	519,3	18,0	93	47		
1 Stk.	Querschwelle, Profil der Langschwellen	57,8	18,0	10	40		
1 -	- - Hilf	60,7	18,0	10	92		
4 -	Klammern an den Stössen à 1 Kilogr.	4,0	25,0	1	00		
12 -	Mittelklammern à 0,4 Kilogr.	4,8	25,0	1	20		
16 -	Querschwellenschrauben mit Muttern à 0,4 Kilogr.	6,4	31,5	2	02		
8 -	Stossbacken à 1,2 Kilogr.	9,6	26,0	2	50		
12 -	Mittelbacken à 0,5 Kilogr.	6,0	26,0	1	56		
8 -	imprägnirte Stosskeile à 10 Pfg. . . .	—	—	—	80		
12 -	- Mittelkeile à 8 Pfg. . . .	—	—	—	96		
	12,7 Cubikm. Bettungsmaterial sammt Verlegen à 4 Mk.	—	—	50	80		
	Zusammen	987,2	—	255	28		
	Daher Materialwerth pro laufend. Gleis					28	36
	2. Kosten für Transport, Montiren, Verlegen, Unterstopfen etc. pro laufend. Meter Gleis					1	50
	Anlagekosten pro laufend. Meter Gleis					29	86

Dieser Oberbau soll 1877 auf verschiedenen deutschen Eisenbahnen in ca. 20 Kilometer Länge zur Ausführung kommen.

E. **System Winkler** (Fig. 12, Tafel XV).[59]) Dies System zeigt das Bestreben des Erfinders deutlich, die sehr stabile doppelt T-Schiene mit hohem Stege (als Langschwelle) mit einem Stahlkörper von sehr geringem Gewichte (als Fahr-

---

[58]) Musterconstructionen für Eisenbahnbau, 1. Bd. Serie B: Die eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau-Systeme.

[59]) Dr. E. Winkler, Der Eisenbahn-Oberbau, 3. Aufl., p. 199.

schiene in Verbindung zu bringen, und so die Bedingungen, welche an den Langschwellenoberbau gestellt werden müssen, zu erfüllen. Dieses System ist jedenfalls aus dem Hartwich'schen hervorgegangen, und mag sich der Erfinder die Aufgabe gestellt haben, die durch vielfache Erfahrungen an letzterem Systeme constatirten Nachtheile, welche hauptsächlich in der schnellen Abnutzung des Kopfes, in der unbequemen Auswechselung der Schiene und ferner darin bestanden, dass bei geringen Defecten an irgend einem Theile der Schiene eine bedeutende Menge Materials verloren ging, zu vermeiden, aber die dem Hartwich'schen Systeme zuzusprechenden Vortheile nicht verloren gehen zu lassen.

Sobald die Erfahrung zeigt, dass es möglich ist, die unbedeutende Fahrschiene auf eine einfache aber solide Weise mit der Langschwelle zu verbinden, dürfte diesem Systeme eine grosse Anwendung für später nicht abzusprechen sein. Das Verlegen in den Curven kann jedenfalls keine Schwierigkeiten machen, sobald die Langschwelle in der Fabrik und zwar in warmem Zustande dem entsprechenden Radius gemäss gebogen wird[60]), da die leichte Fahrschiene sich, ohne vorher gebogen zu sein, ohne Weiteres jeder Curve anschmiegen muss.

F. System Pfannkuche[61]) (Fig. 15, 15ᵃ, 15ᵇ, Tafel XIV). Obwohl die Befestigung der Schiene mit der Langschwelle, sowie die der Querverbindungen mittelst Keilbolzen eine vorzügliche zu nennen, ist die gekrümmte Form der Langschwelle durchaus nicht geeignet, sich für die Curven biegen zu lassen. Es wird für die Langschwelle stets, selbst bei einem Abhämmern derselben, eine der erforderlichen Krümmung wenig entsprechende Form erzielt werden, der sich die Fahrschiene nothgedrungen anschmiegen muss. Aus diesem Grunde wird sich dies System keiner grossen Beliebtheit erfreuen. Das Gewicht pro laufenden Meter Gleis ist zu 108 Kilogr. angegeben.

III. Das dreitheilige eiserne Langschwellen-System.

Das Gewicht der Fahrschiene ist auf ein Minimum reducirt und besteht nur aus dem Kopfe und einem Ansatze zur Befestigung desselben mit der zweigetheilten Langschwelle, in welche der Ansatz eingeklemmt ist.

A. System Scheffler (Fig. 18 und 19, Tafel XIV). Diese Construction kam in vier verschiedenen Modificationen auf der Braunschweig'schen Staatsbahn (1864) zur Ausführung. Die beiden Theile der Langschwelle bestehen aus 10^{mm} starken Winkeleisen, von welchem die horizontalen Schenkel 137^{mm} und die verticalen Schenkel 162^{mm} breit sind; letztere haben an der obern Kante einen seitlichen Ansatz, um sich leichter gerade und scharf auswalzen zu lassen und dem Kopf der Fahrschiene ein besseres Auflager zu geben. Die gussstählerne Fahrschiene liegt mit dem Steg zwischen der Langschwelle und wird durch keilförmige Schraubenbolzen *a*, behufs festern Aufziehens der erstern auf das Unterlager, auf den Langschwellen befestigt. Die Stossfugen der Fahrschienen und Langschwellen liegen in Verband und sind die Stossfugen der letztern durch ein untergeschraubtes Blech *b* verstärkt. Zur Querverbindung beider Stränge sind, in Entfernungen von 1^{m},75, ⊓förmige Eisen *c* von 105^{mm} Höhe und 65^{mm} Breite mit an den Enden umgebogenen Flantschen (Fig. 19) zwischen die verticalen Schenkel der Langschwellen angeschraubt.

60) Ueber das Biegen von Eisenbahn-Schienen für Curven von Osthoff, Deutsche Bauzeit. 1876, p. 236.

61) Construction zu eisernem Oberbau des Herrn Ingenieur G. Pfannkuche, Maschinenfabrikant in Wien, von M. M. Freiherrn von Weber, Ingenieur, k. k. Hofrath a. D., Wien, December 1876.

Bei den beiden anfänglichen etwas abweichenden Constructionen bestehen die Langschwellen aus gewöhnlichen gleichschenkligen Winkeleisen von 130 und 150^{mm} Breite; die Fahrschienen aus Feinkorneisen sind mittelst gewöhnlicher Schraubenbolzen zwischen den Langschwellen befestigt. Die Querverbindungen bestehen theils aus Flacheisen von 75^{mm} Höhe und 11^{mm} Dicke, die mittelst an den beiden Enden angeschweisster T-Stücke in Entfernungen von 785^{mm} an die verticalen Schenkel der Langschwellen angenietet sind, theils auch aus Doppel-T-Eisen von 131^{mm} Höhe, die in Entfernungen von 1^{m},41 unter die horizontalen Schenkel der Langschwellen mittelst Nieten befestigt sind. Das ganze Gewicht der Construction mit breitern Langschwellen beträgt pro Meter 177 Kilogr. und der andern = 148 Kilogr., das der Fahrschiene allein pro Meter 18,715 Kilogr.

An den drei ersten (zwischen Braunschweig und Wolfenbüttel) ausgeführten Versuchsstrecken von 3450^{m} Gesammtlänge haben sich Uebelstände bis jetzt nicht gezeigt; ausser einem wiederholten Nachstopfen der Gleise sind Unterhaltungsarbeiten, mit Ausnahme der Auswechselung einiger gussstählernen Fahrschienen, welche wahrscheinlich in Folge des Lochens des Steges Brüche bekommen hatten, nicht vorgekommen. Die Gleise haben durchweg eine befriedigende Lage behalten und genauen Beobachtungen zu Folge keine grösseren Kosten für die Unterhaltung erfordert, als die Gleise gewöhnlicher Construction. Ein Einfluss des Frostes auf die Lage der Gleise, sowie ein starkes Rosten der Langschwellen ist nicht beobachtet. Das Lösen der Schraubenbolzen, welche zur Befestigung der Fahrschienen auf den Langschwellen dienen, ist nicht stärker aufgetreten, als bei den Laschenverbindungen gewöhnlicher Construction.

Nach den bisherigen Erfahrungen scheint der fest comprimirte Kiesrücken, welcher durch das fortwährende Unterstopfen direct unter der Basis der Schienengestänge gebildet wird, die Entwässerung der Bettung etwas zu hemmen und soll deshalb der Versuch gemacht werden, durch Einlegen von Röhren quer durch den Kiesrücken diesem Uebelstande abzuhelfen. Die letztern beiden Constructionen liegen in gerader Linie, die erstere zur Hälfte in einer Curve. Beim Legen dieser Curve ist die Beobachtung gemacht, dass es für die gute Ausführung und Erhaltung der Curve sich empfiehlt, nicht blos die Stösse der Fahrschienen und der Langschwellen, sondern auch die Stösse der beiden Langschwellen desselben Gestänges in Verband zu legen. Für starke Curven ist ein Biegen der einzelnen Theile bei der Fabrikation erforderlich.

Der Preis des vollständig fertigen Oberbaues nach der letztern Construction (excl. Bettung) beträgt pro laufenden Meter 44,70 Mk. mit Fahrschienen von Gussstahl, und 40,59 Mk. mit Fahrschienen von Feinkorneisen, und das ganze Gewicht pro Meter ist = 150 Kilogr.

In neuester Zeit (1870) kam eine leichtere Construction des Scheffler'schen Systems (im Gewichte von 114,5 Kilogr. pro lauf. Meter) auf der 15850^{m} langen Bahnstrecke Seesen-Osterode, wo Curven von 400 bis 1380^{m} Radius und Steigungen von 1 : 180 im Maximum vorkommen, zur Ausführung. Die Kosten dieser Construction excl. Bettung stellen sich mit Feinkorn-Fahrschiene auf 34,23 Mk. pro lauf. Meter. —

B. System Köstlin & Battig (Fig. 20 auf Tafel XIV). Dasselbe ist auf der Württembergischen Staatsbahn in einer Länge von 2387^{m} (im Frühjahr 1867) zur Ausführung gekommen. Die beiden 6 Meter langen Langschwellen bestehen aus zwei ungleichschenkligen Winkeleisen, deren kürzere Schenkel vertical stehen und am Ende mit einer Verstärkung nach Aussen versehen sind. Dieselben fassen die Fahrschiene zwischen sich und sind mit ihr mittelst Schrauben derart verbunden, dass die Fahrschiene mit ihrem Kopfe auf den verstärkten Enden der Winkelschiene aufsitzt und somit keinen Druck auf die Bolzen der Verbindungsschrauben ausübt. Die

liegenden Schenkel der Langschwellen haben eine geneigte Lage, um das Wasser besser abzuführen und durch das Eingreifen des Schotters einem Verrücken mehr vorzubeugen. Zur Querverbindung sind in Entfernungen von 2^m unter die Langschwellen T-Eisen (von 122^{mm} Breite, 70^{mm} Höhe), deren Enden einen Sattel bilden, geschraubt.

Bei einem Theile der obigen Versuchsstrecke sind ebenfalls in 2^m Entfernungen stehende Flacheisen von 46^{mm} Breite und $14,3^{mm}$ Dicke, mit Flantschen an den Enden, an den aufrechtstehenden Theil der innern Winkelschienen angeschraubt. Ausserdem sind sattelförmige Unterlagsplatten aus 122^{mm} breitem und 70^{mm} hohem T-Eisen in Entfernungen von 2^m unter die Langschwellen durch Schrauben befestigt.

Der Preis des vollständig fertigen Oberbaues, excl. Bettung, beträgt pro laufenden Meter 40,80 Mk. (resp. 39,00 Mk. bei der abgeänderten Construction) [62]) und das Gewicht = 136 resp. 130 Kilogr. pro Meter, und zwar wiegt die Fahrschiene pro Meter = 18,7 Kilogr. jede Langschwelle = 20,2 Kilogr. pro Meter, 1 Querverbindung = 16,5 Kilogr., 1 Schraube zum Befestigen der Fahrschiene = 0,37 Kilogr., 1 desgl. für die Querverbindungen = 0,18 Kilogr.

Die Probestrecke liegt in dem zweiten Gleis zwischen Aalen und Goldshöfe in einer Steigung von 1 : 100 mit Curven von $285^m,5$ Radius und 52^m Länge, sowie $859^m,5$ Radius auf $216^m,6$ Länge. Bei dem Legen dieses nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführten Oberbaues machte sich der Uebelstand bemerkbar, dass der Schienenstrang schwierig in die genaue Richtung zu bringen und darin zu erhalten war, namentlich nächst den Uebergängen zwischen Geraden und Curven. Ausserdem zeigte sich eine mangelhafte Beweglichkeit bei der Dilatation, und sprangen mehrere Verbindungsschrauben ab. Im Princip steht indess die Köstlin'sche Construction der Scheffler'schen nicht nach.

Ueber den dreitheiligen eisernen Oberbau dieses Systems, welcher auf den Sächsischen Staatsbahnen zwischen Chemnitz und Flöha in einer Länge von 3450^m (Anfangs 1869) zur Ausführung gekommen ist, spricht sich die Verwaltung dieser Bahnen in dem erwähnten Referate für die V. Eisenbahn-Techniker-Versammlung im Allgemeinen günstig aus, hebt jedoch hervor, dass die Montirung dieses Oberbaues mit besonderer Sorgfalt geschehen müsse, wodurch die erste Beschaffung ziemlich kostspielig wird.

Die Württembergische Staatsbahn äussert sich laut Referat für die im Jahre 1874 in Düsseldorf abgehaltene VI. Techniker-Versammlung über diesen Oberbau dahin, dass derselbe sowohl für die Befahrung wie für die Unterhaltung kein besonders günstiges Resultat ergeben habe.

C. Construction der Hannoverschen Staatsbahn (Fig. 21 und 22 auf Tafel XIV). Nach dieser wurde in gerader, zweigleisiger, freier Bahn zwischen Göttingen und Bovenden (1866) eine 1500^m lange Gleisstrecke ausgeführt. Die Langschwellen bestehen aus 6^m langen Winkeleisen mit 165^{mm} hohem verticalen und 140^{mm} breitem untern Schenkel, der mit dem erstern einen stumpfen Winkel bildet, so dass die untern Schenkel der beiden zusammengehörigen Winkel einen hohlen Raum von 314^{mm} Breite und 68^{mm} Höhe begrenzen. Zur Verstärkung der Langschwellen und um eine Längenverschiebung zu verhüten, sind in ihrer Mitte Sättel aus gebogenen T-Stücken *a* untergenietet, und sind die Stösse der Langschwellen durch gebogene Flacheisen mit aufgenieteten Winkeleisen verlascht. Die Fahrschienen und verticalen

---

[62]) Es ist indess dieser hohe Preis zum Theil in localen Verhältnissen begründet.

Schenkel der Langschwellen haben eine ähnliche Form wie bei dem Scheffler'schen und Köstlin-Battig'schen System. Zur Befestigung der Fahrschiene an den Langschwellen dienen 22mm starke runde Schraubenbolzen *b* und Keilschrauben *c*, die mit ersteren in Abständen von 500mm abwechseln. Auf eine Schienenlänge (von 6m) sind 2 Querverbindungen *d* aus Flacheisen mit an den beiden Enden angeschweisstem T-förmigem Stücke angeschraubt.

Der Preis dieses Oberbaues stellt sich excl. Bettung und Verlegen pro laufenden Meter auf 48 Mk. mit Fahrschienen aus Feinkorneisen, und 54 Mk. mit Fahrschienen von Gussstahl; das Gesammtgewicht pro Meter beträgt 168 Kilogr.

Dieser Oberbau hat bei höherer Temperatur durch die mangelhaften Längenausdehnungen Ausbiegungen nach der Seite gezeigt, das Gleis lag daher im Sommer sehr schlecht. Die Fahrschienen von Gussstahl sind mehrfach zerbrochen, und zwar meist an den rechteckigen Keillöchern. Bei den Fahrschienen aus Feinkorneisen sind zwar keine Brüche vorgekommen, doch zeigten sie mehrfach kleine Verticalrisse. Ferner sind während der Zeit des Betriebes einige Querverbindungen zerbrochen und ausgewechselt. Laut dem Referat für die Düsseldorfer (1874) Techniker-Versammlung hat sich dieser Oberbau nicht bewährt und ist gänzlich entfernt worden.

D. System Daelen (Fig. 23—25 auf Tafel XIV). Diese Construction von dem frühern Oberingenieur R. Daelen in Hörde kam im Frühjahr 1868 bei dem zweiten Gleise zwischen Kreiensen und Holzminden auf eine Länge von 19600m zur Ausführung, in welchem Steigungen im Maximum von 1 : 80 und Curven von 550m Radius vorkommen. Die beiden Theile der Langschwellen bestehen aus Winkeleisen von 130mm breiten Schenkeln, deren Winkel 96° beträgt; der Zwischenraum zwischen beiden Winkeleisen ist = 36mm. Die Fahrschiene liegt mit dem Steg dazwischen und hat an beiden Seiten desselben eine eingewalzte Nuth, in die entsprechend angewalzte Rippen, an der innern Seite der verticalen Schenkel der Langschwellen, eingreifen und neben der sichern Auflage der Fahrschiene eine einfache und solide Befestigung, mittelst an den verticalen Schenkeln unterhalb der Fahrschiene durchgehender Keilbolzen *a*, ermöglichen. Zur Begrenzung beider Winkelschienen ist zwischen jedem Verbindungsbolzen nach unten noch ein Stehbolzen *b* mit Hülse angebracht. Unter jedem Stosse der Langschwellen sind 370mm lange Unterstützungsplatten von Blech *c* mittelst acht Schraubenbolzen befestigt. Zur Verhinderung der Längenverschiebung der Fahrschienen sind an den Enden unterhalb am Stege Auskerbungen angebracht (Fig. 24), in welche der etwas höher sitzende Keilbolzen *a* eingreift. Auf eine Schienenlänge sind vier Querverbindungen von 100mm breitem Winkeleisen mit angeschweissten Endlappen *d* mittelst der Keilbolzen *a* und gewöhnlicher Schraubenbolzen *e* an den verticalen Schenkeln der Langschwellen befestigt.

Der Preis des fertigen Oberbaues beträgt pro Meter excl. Legen 39,42 Mk. mit Gussstahlfahrschiene und 38,43 Mk. mit Fahrschiene von Feinkorneisen, das Gesammtgewicht ist pro Meter = 135,5 Kilogr. und die Fahrschiene allein wiegt 18,25 Kilogr.

Dieser Oberbau befährt sich ausserordentlich sanft und ruhig und hat sich bis jetzt in allen Theilen vorzüglich bewährt.

In dem oben mehrfach erwähnten Referate über eiserne Oberbaue für die V. Eisenbahn-Techniker-Versammlung wird von der Verwaltung der Braunschweig'schen Staatsbahnen die Lage des Oberbaues nach System Daelen als eine nach Höhe und Richtung normale und unverkennbar bessere als die des daneben liegenden mit Holzschwellen construirten älteren Gleises bezeichnet. Seitliche Verschiebungen des

eisernen Oberbaues seien selbst in Curven von 550 Meter Radius fast gar nicht, keinenfalls aber in stärkerem Grade als in Gleisen mit Holzschwellen bemerklich geworden. Als besonderer Vorzug dieses Systems war schon früher hervorgehoben, dass der Frost auf die Lage der Gleise ohne schädlichen Einfluss sei und wird jetzt als Haupterforderniss für die feste Lage des eisernen Gleises die Herstellung einer, die vollständige Entwässerung zulassenden, Unterbettung und die möglichst vollständige Verfüllung des Gleises mit reinem Kies bezeichnet.

E. System Paulus. Dasselbe ist nur auf einer ganz kurzen Probestrecke von $19^m,92$ im Bahnhofshauptgleise zu Graz (Oesterreichische Südbahn) zur Anwendung gekommen und ist zum grössten Theil aus alten breitbasigen Schienen zusammengefügt, indem zwei solcher flach liegenden Schienen die Langschwellen bilden, deren Füsse die zum Einlegen der T-förmigen Fahrschiene dienende Rinne bilden. Letztere ist aus Bessemerstahl gewalzt und wird durch Schraubenbolzen mit den verticalen Füssen der alten Schienen verschraubt. Die Querverbindungen sind durch auf den Kopf gestellte alte Schienen hergestellt, deren Füsse mit den Stegen der flachliegenden Schienen (Langschwellen) durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Das Gesammtgewicht dieses Oberbaues pro Meter beträgt 140,5 Kilogr. und das Gewicht der Fahrschiene allein 30,35 Kilogr.; der Preis berechnete sich excl. Bettung auf 24,18 Mk., wobei 50 Kilogr. alte Schienen zu 4,25 Mk. angenommen sind.

Diese kurze Versuchsstrecke soll sich bis jetzt gut bewährt haben, selbst die Schraubenbolzen waren nicht nachzuziehen. Ausser dem anfänglichen Nachstopfen von Kies war keine Nachhülfe nöthig. Wegen mangelhaften Materials mussten aber einige Fahrschienen ausgewechselt werden.

F. System Kleeblatt.[63]) Dieser Oberbau besteht aus einer doppelköpfigen Stahlschiene von 124^{mm} Höhe und 57^{mm} Kopfbreite, und aus zwei Eisenwinkeln, welche die Langschwelle bilden, wie Laschen zwischen die beiden Köpfe der Fahrschiene gespannt sind, und in horizontale Füsse auslaufen. Fahrschiene und Langschwelle sind $6^m,0$ lang, durch Schraubenbolzen 9mal verbunden, und haben durchaus verwechselte Stösse. Dieses System ist, soviel uns bekannt, bis jetzt nicht ausgeführt.

G. System Atzinger.[64]) Dieses System ist dem vorigen sehr ähnlich, nur ist die Fahrschiene keine doppelköpfige Schiene, sondern besteht wie die der Systeme A, B und C aus einem Kopfe und dem zur Befestigung, zwischen den beiden die Langschwelle bildenden Winkeln, nothwendigen Steg. Das Gewicht der Fahrschiene beträgt 16,5 Kilogr. pro laufend. Meter, und das des ganzen Oberbaues 137,6 Kilogr. pro laufend. Meter und kostet derselbe complet 45,00 Mk. pro laufend. Meter. Die beiden Winkel, welche die Langschwelle bilden, sind verschieden abgebogen, so dass die Füsse der beiden Winkel in einer Horizontalen liegen, während die Fahrschiene die Neigung 1 : 16 angenommen hat. Es erhält dadurch der eine Winkel der Langschwelle ein Gewicht von 19,7 Kilogr. und der andere von 19,4 Kilogr. pro laufend. Meter. Die Auflagefläche der Langschwelle beträgt 300^{mm}, die Höhe zwischen Schienenoberkante und Schwellenauflager 164^{mm}. Die Stösse sind verwechselt und erhält jeder eine Querschwelle, so dass auf eine Länge von $6^m,6$ der Schiene 3 Querverbindungen kommen. Zu diesen Querschwellen sollen die schlecht gewalzten Stücke der Langschwellen-Winkel verwandt werden. Auch dieser Oberbau ist bis jetzt nur Project.

---

[63]) Zeitschrift des österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1875, p. 172.

[64]) Zeitschrift des österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1875, p. 331. — Wochenschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876, Nr. 13, p. 135. — Organ für die Fortschritte des E. W. 1876, p. 106.

§ 23. Schlussbemerkungen. — Die in den letzten Jahren von sehr vielen deutschen und österreichischen Eisenbahnen auf Versuchsstrecken mit eisernem Oberbau verschiedener Systeme gemachten Erfahrungen weisen darauf hin, dass der eiserne Oberbau im Allgemeinen ganz entschiedene Vortheile, in Bezug auf Betriebssicherheit und Billigkeit, gegenüber dem Holzquerschwellen-Oberbau bietet. Es ist zwar die Meinung der Eisenbahn-Techniker noch getheilt, ob eiserne Langschwellen den Querschwellen vorzuziehen sind, oder umgekehrt, da sich ergeben hat, dass auf neuen Bahnen und hauptsächlich auf nicht consolidirten Dämmen die Querschwellen entschiedene Vortheile bieten, und in Verbindung mit diesen die überall in Verwendung befindlichen starken breitbasigen Schienen zur Geltung kommen, sich auch leicht an Stelle der Holzschwellen einziehen lassen, während dagegen das Hauptprincip des Langschwellen-Oberbaues: Anwendung einer leichten Fahrschiene und continuirliche Unterstützung derselben, unbedingt als ein richtiges hingestellt werden muss, — so scheinen sich doch die Eisenbahnverwaltungen mehr und mehr dem Langschwellen-Oberbau hinzuneigen, und das zweitheilige System besonders vorzuziehen, wie das ganz besonders das jetzt in so ausgedehnter Weise zur Anwendung gekommene Hilf'sche System schliessen lässt.

Die Technischen Vereinbarungen des V. D. E. V. besagen in § 34: »Für eisernen Oberbau ist ein zweitheiliges System mit Langschwellen am meisten zu empfehlen.«

Ob nun das Hilf'sche oder ein anderes zweitheiliges System sich am meisten Eingang verschaffen und bewähren wird, muss erst die Zukunft lehren. Augenblicklich sind die andern zweitheiligen Langschwellen-Systeme, welche anscheinend auf Erfolg rechnen dürfen, nur auf kurzen Strecken erst vor wenigen Monaten gelegt, also noch nicht erprobt. Das was jedoch schon jetzt feststehen dürfte ist, dass ein System, welches in statischer und finanzieller Hinsicht, sowie in Bezug auf die Unterhaltungsfrage sich so gut wie das Hilf'sche System bewähren wird, aber ein einfaches für alle Schwellen gleiches Lochen der Langschwellen und das directe Montiren des Gleises auf der Verwendungsstelle, ohne jeglichen complicirten Apparat, gestattet, den Vorzug vor diesem verdient.

Das dreitheilige eiserne Langschwellen-System erfreut sich keiner besondern Gunst, obgleich dieses System die Anwendung der leichtesten Fahrschiene gestattet. Es scheint dies hauptsächlich von der zweigetheilten Langschwelle herzurühren, welche die nothwendige starre Verbindung unter sich, sowie mit der Fahrschiene schwer ermöglicht, und eine gleichmässige, continuirliche Biegung aller 3 Theile für die Curve kaum erzielen lässt.

Bei allen Langschwellen-Systemen ist auf genaues Spurhalten die erforderliche Rücksicht zu nehmen und besagt der § 33 der Technischen Vereinbarungen der D. E. V.

»Bei dem eisernen Oberbaue ohne Querschwellen sind ebenfalls geeignete Mittel zur Erhaltung der Spurweite des Gleises insbesondere in Curven anzuwenden.«

Was schliesslich die vorzugsweise von den englischen Ingenieuren construirten und empfohlenen eisernen Einzelunterlagen, die Systeme von Greave und Griffin betrifft, so ist zu bemerken, dass dieselben bei besonders schlechtem Bettungsmaterial in tropischen Gegenden wahrscheinlich mit Vortheil anzuwenden sein werden, im Uebrigen aber nicht mit den besseren eisernen Quer- und Langschwellen-Systemen in Concurrenz treten können.

Literatur.[65])

a. Ueber Schienenformen.

Zweitheilige Bahnschienen. Pol. Centralbl. 1852, p. 1113.

Bessemer Normalprofil für Schienen. Organ für Eisenbahnwesen 1872, p. 170.

Booth's Schiene mit Stahlkappe. Engineer 1868; Organ 1869, p. 68.

Breithaupt, über einen Verband der Eisenbahnschienen. Dingler's Polyt. Journal 94., 99. und 100. Band.

Busse's patentirte Construction der Eisenbahnschienen. Dingler's Polyt. Journal 98. Bd.; Polyt. Centralbl. 1846.

Clauss, über die zweckmässigste Form der Laufflăche der Schienen. Scheffler's Organ 1869, p. 279.

Coste, Léon, über die Form der Schienen. Journ. de l'industr. No. 4, p. 187—196; Pol. Centralbl. 1836, p. 690—93.

Crelle, A. C., über verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung. Journ. f. d. Bauk. 1837. Dingler's polyt. Journ. 68. Bd., p. 11; Pol. Centralbl. 1838, p. 184–92.

*Daelen, R., Beitrag zur Feststellung einer zweckmässigen Bahnschienenform und deren Verbindung an den Stössen. Eisenbahnzeitung 1850, p. 209; Polyt. Centralbl. 1851, p. 133.

Ueber zwei- und dreitheilige Eisenbahnschienen. (Patent compound Rail.) Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1852, p. 122, 137; Polyt. Centralbl. 1852, p. 1113, 14.

Symmetrische Eisenbahnschienen mit gewalzten Winkellaschen und Mittelstühlen. Erbkam's Zeitschr. 1856, p. 409—13; Heusinger v. W., Organ 1856, p. 58—63.

Einfluss der Form der Schiene und des Radreifens auf die Wirkung der Centrifugalkraft gegen einen in einer Curve laufenden Eisenbahnwagen. Eisenbahnzeit. 1849, p. 289, 298.

Form der Schienenköpfe. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 881.

Hager, über endlose Schienen in den vereinigten Staaten. Dingler's pol. Journ. 145. B., p. 241.

*Heusinger v. Waldegg, die neuesten Oberbau-Constructionen der dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen angehörenden Eisenbahnen. Nach officiellen Angaben zusammengestellt. Auch u. d. Titel: Organ etc. II. Supplem. gr. 4. mit 79 Taf. Zeichnungen. Wiesbaden 1867. 2. vermehrte Auflage. 1871.

G. Krauss, Eisenbahnschienen und rollende Reibung, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 56.

Neues Modell für Schienen und Laschen von der Pensylvania-Bahn. Engineer 1875 v. 27. April; Organ f. Eisenbahnw. 1876, p. 63.

Profile der Schienen und deren Verbindung für die Schweizerische Nordost- und die Schweizerische Südostbahn, mit Bezug auf ihre Gewichte vergleichend zusammengestellt. Heusinger v. W., Organ 1855, p. 33.

Die Schienen der österreichischen Eisenbahnen. Zeitschr. d österr. Ingen.-Vereins 1849, p. 193 bis 199, 201—208. 1850, p. 11—16.

*Die Wahl der Schienenform für die k. preuss. Ostbahn. Eisenbahnzeitg. 1850, p. 73, 74; Polyt. Centralbl. 1850, p. 1367.

Auszug aus dem Promemoria über die Constructionen eines neuen Schienenprofils für die Köln-Mindner Eisenbahn. Eisenbahnzeit 1853, p. 117; Pol. Centralbl. 1853, p. 1101.

Stevens-Schiene, statt Vignoles-Schiene. Organ f. Eisenbahnw. 1876, p. 30. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1875, p. 173.

Tappe, H. A., Neue amerikanische Schiene. Mit Abbild. Organ 1852, p. 119 und 154.

Tappe, H. A., Zusammengesetzte Schienen. Mit Abbild. Organ 1853, p. 193.

*Weishaupt, das neue Schienenprofil der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn. Zeitschrift f. Bauwesen 1851, p. 160—161.

*Wöhler, A., über den Einfluss der Form des Schienenkopfs und der Radreifen auf deren gegenseitige Abnutzung und auf die Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1859, p. 359; Pol. Centralbl. 1849, p. 1319.

---

[65]) Da die Literatur über Eisenbahnoberbau ausserordentlich reichhaltig ist, viele der betreffenden Artikel aber sich auf blosse Projecte und auf veraltete Constructionen beziehen, so führen wir nachstehend ausser den in den Anmerkungen bereits genannten Titeln nur die folgenden bemerkenswertheren Artikel an.

b. Ueber stählerne Schienen.

Asthoever's Stahlschienen mit eingeschweisstem Kern, Organ f. Eisenbahnw. 1876, p. 160 nach Bayer. Kunst- u. Gewerbebl. 1875, p. 235.

Beobachtungen über das Verhalten der Bessemer- und Martinstahl-Schienen. Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 260.

Bessemerschienen; Anwendung derselben auf englischen Bahnen. Organ für Eisenbahnw. 1866, p. 529; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingen. 1866, p. 185.

Comitébericht in Betreff der Schienen aus Bessemerstahl. Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1865.

Eisenbahnschienen von Bessemerstahl. Organ für Eisenb.-W. 1865, p. 217.

Eisenbahnschienen aus Bessemerstahl in Oesterreich. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 24; Dingler's Polyt. Journal 181. Bd. p. 74

Ueber die Anwendung gussstählerner Eisenbahnschienen. Zeitschrift des Oesterr. Ingen.-Ver. 1858, 4. Heft; Scheffler's Organ 1859, p. 256—260.

Eisenbahnschienen mit Stahlkappe und verbessertem Nagel, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1865, p. 72; Scientific American 1861.

Erfahrungen über cementirte, Puddelstahl- und Gussstahl-Schienen auf den deutschen Vereinsbahnen. Organ 1870, p. 80 und 109.

Erfahrungen mit Stahlschienen. Engineer 1870, p. 346; Organ 1872, p. 33.

Funk, Ueber die Dauer der Schienen, insbesondere der Schienen aus Bessemerstahl. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 177.

Grau, Ad., Notizen über die Fabrikation und das Verhalten der Bessemer-Stahlkopfschienen auf den königl. Bayerischen Staatsbahnen. Beitrag zur Verwendung solcher Schienen überhaupt. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 10.

Heusinger v. Waldegg, Ueber die Ursache der Brüche von Gussstahlschienen. Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 12.

Jackson, Gebr., über die Anwendung gussstählerner Eisenbahnschienen. Génie industr. Dec. 1857, p. 304; Pol. Centralbl. 1858, p. 312.

Lindheim, W. von, Die Anwendung der Stahlschienen in Russland und die neuesten Bestimmungen der Bedingnisshefte. Organ f. Eisenbahn-W. 1873, p 158.

Petzholdt und Heusinger v. Waldegg, Ueber die Fabrikation der Bessemer-Stahlkopfschienen mit besonderer Beziehung auf die Leistungen der Königin Marienhütte bei Zwickau in Sachsen. Organ für Eisenbahn-Wesen 1874, p. 224.

*Profil, das neue österreichische, für Eisenbahnschienen aus Bessemer-Stahl. Zeitung des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865, p. 353.

*A. Prokesch, über die vortheilhafte Verwendung der Stahlschienen für den Oberbau der Eisenbahnen. Organ für Eisenb.-W. 1866, p. 169.

Referate über die Frage: Liegen neuere Erfahrungen vor in Betreff der Anwendung der verschiedenen Arten von Stahl- und Stahlkopfschienen und über den Einfluss der Einklinkungen auf das Verhalten derselben? Organ 1872, p. 28 und 193.

Sanborn's hohle Stahlschienen. Scientific American 1872, p. 38; Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 208.

*Schienen mit Bessemerstahlköpfen auf der österr. Südbahn. Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 25.

Schienen aus Bessemerstahl in Amerika. Zeit. des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1866, p. 104.

Schienen aus Bessemerstahl. Dauerhaftigkeit derselben. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1856, p. 313.

*Schwarz, der Stahlschienenoberbau der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Geschichtlicher Ueberblick der stufenweisen Entwickelung des Oberbaues dieser Bahn von der Zeit der Erbauung bis zum gegenwärtigen Standpunkt, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 26; Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Archit.-Ver. 1866, p. 135.

Stahlschienen auf amerikanischen Eisenbahnen. Organ 1871, p. 33.

Ueber Stahlschienen der französischen Eisenbahnen. Zeitschr. des österr. Ingen. und Archit.-Ver. 1873, p. 280; Organ f. Eisenb.-W. 1874, p. 75.

Strecker, über Gussstahl-Schienen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864, p. 266.

Titan-Eisenbahnschienen. Organ für Eisenb.-W. 1866, p. 128; Builder, 6. Mai 1865.

Verwendung des Bessemerstahls zu den Schienenköpfen der Oesterr. Südbahn. Zeitung des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866, p. 445.

Wernich, Ueber die Länge der Bessemerstahl-Schienen. Organ f. Eisenbahn-W. 1876, p. 180.

Williams, R. Price, Oberbau der englischen Eisenbahnen (Stahlschienen). Engineering. April 1876; Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 207.

Windscheid, W., über Bessemerstahl-Schienen und deren Behandlung. Organ für Eisenbahnwesen 1874, p. 164.

c. Ueber Oberbau mit breitbasigen Schienen.

Askenasy, einige Notizen über die k. südrussischen Eisenbahnen. Organ 1869, p. 1.

Ausbreitung des Systems der breitbasigen Schienen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1861, p. 156.

Clauss, Oberbau auf englischen Eisenbahnen. Scheffler's Organ 1862, p. 264.

Neue Construction von Schienenprofilen. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 61. mit Abbd.

Eisenschienen, Ausbreitung des Systems der breitbasigen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1861, p. 156.

de Funiak, F., Oberbau auf amerikan. Eisenbahnen Wochenschr. des Oesterr. Ingen.- u. Archit.-Ver. 1876, No. 4; Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 107.

Henz, Bau der Eisenbahn über den Semmering. Erbkam's Zeitschrift 1852.

Liegen die englischen Eisenbahnen besser als die des Continents und namentlich die deutschen? Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 521.

*Malberg, das Gestänge der schlesischen Gebirgseisenbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1865, p. 213; Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1865, p. 127.

Nördlinger, Oberbausystem für die französ. Orleans-Centralbahnen. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1861; Organ 1862, p. 128.

Paulus, Rud., der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der österr. Südbahn-Gesellschaft. 2. Aufl. Wien 1872.

Oberbau der Bahn von Palencia nach Ponferada. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 150; Revista de obras publicas 1865, No. 4; Zeitschr. des hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1866. p. 116.

Oberbau der Preussischen Ostbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 223; Jahresber. über die Verwaltung der Ostbahn 1865, p. 4 und 20.

*Oberbausystem für die französischen Orleans-Centralbahnen. Zeitschrift des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1861, p. 1828; Scheffler's Organ 1862, p. 128.

Oravicza-Steyerdorfer Gebirgsbahn, Oberbau derselben, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 66; Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1865, p. 208.

Scheffer, die Lübeck-Büchener Bahn. Erbkam's Zeitschrift 1852.

Schmidt, Vorschlag zu allgemeinen Profilen für Eisenbahnschienen. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1868.

Tellkampf, Oberbau der holsteinischen Eisenbahnen mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1865, p. 240.

Vignoles, Charles, über den Oberbau der Eisenbahnen. Mech. mag. 1837; No. 700, p. 257—61; Pol. Centralbl. 1837, p. 337—39.

Oscar Vug, über den Umbau der Strecke von $3^1/_2$ Zoll hohen 18füssigen Schienen zu 5 Zoll hohen 21füssigen Schienen mit Schwebestoss. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 156.

Weishaupt, das neue Schienenprofil der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn. Erbkam's Zeitschrift 1851.

d. Ueber Oberbau mit Stuhlschienen. Schienenstühle.

Barberot's und Freret's neues System von Schienenhaltern. Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt 1858, p. 140.

Beil, J. A., über Cubitt's Verbesserungen in der Construction des Oberbaues der South-Eastern-Bahn zwischen London und Dover. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen 1844, p. 118; Polyt. Centralblatt 1844, p. 204.

M'Connochie's, J., verbesserte Schienenstühle. Civ. Engin. and Arch. Journ. April 1853, p. 145. Heusinger v. W. Organ 1853, p. 23.

Cubitt's Verbesserungen im Bau der Eisenbahnen (Stühle). Dingler's polyt. Journal 89. Bd. 1843.

Galle, die Eisenbahn von Rugby nach Leamington. Organ 1849, p. 64.

Klein, die erste russische Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pauwlowsk. Förster's Bauzeitung 1812.

Maria de Mars neue Stuhlschiene. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 220.

Le Chatelier, Oberbau auf den englischen Bahnen bis zum Jahre 1851. Annales des mines 1852, Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins 2. Bd., p. 21; Organ 1853, p. 16.

Notizen über den Unter- und Oberbau der österr. Staatsbahn von Olmütz nach Prag. Organ 1847, p. 73.

Oberbau der Festiniog-Bahn. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 249.

Rank's Eisenbahn-Chair. Scientific American. 1864; Organ 1865, p. 73.

Schienenstuhl auf der South-Eastern Bahn in England. Förster's Bauzeitung 1850.

Neue Schienenstühle mit Stossverbindungen auf englischen Bahnen. Organ 1855, p. 67.

Ueber Stossverbindung der Schienen auf der Stargard-Posener und Saarbrücker Bahn. Organ 1852, p. 57.

Westphälische Eisenbahn. Symmetrische Eisenbahnschienen mit gewalzten Winkellaschen und Mittellaschen. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1856; Organ 1856, p. 58.

e. Ueber Stossverbindungen, Laschen und schwebende Stösse.

Atwood's konische Laschenmutter. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 160.

Bansen & Lazar's Laschenbolzen-Versicherung. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 61.

Bernstein, M., der excentrische schwebende Stoss beim Eisenbahn-Oberbau. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 246.

Bouchacourt's Versicherung der Laschenmuttern gegen das Losgehen. Mit Abbd. Organ 1870, p. 118.

Grover's federnde Unterlagsscheiben für Laschenbolzen. Mit Holzschn. Engineering Juli 1873, p. 43; Polyt. Centralbl. 1873, p. 1212; Organ 1874.

Henz, Stossverbindung beim Oberbau der westphälischen Eisenbahn. Eisenbahnzeit. 1851, p. 53; Pol. Centralbl. 1851, p. 648.

Heusinger v. Waldegg, über verschiedene neue Stossverbindungen der Schienen. Organ für die Fortschr. des Eisenbahnw. 1852, p. 174—177 und 204—209; Pol. Centralbl. 1853, p. 131 und 726.

*Hohenegger's Unterlagsplättchen zur Fixirung der Laschenmuttern. Mit Holzschn. Organ 1870, p. 203.

Keeling's Laschenverbindung (durch Vernietung). Nouv. Annales de la construct. 1857, Decbr.

Kirchweger, Stossverbindungen, Weichen und Signale der amerikanischen Eisenbahnen, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 20.

*C. Koepke, über Stossverb. der Schienengestänge. Organ für Eisenb.-W. 1864, p. 2, mit Abbd.

Kranke, Bemerkung über die Schienenstossverbindung der Hannoverschen Eisenbahnen. Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins II. Bd., p. 389; Pol. Centralbl. 1853, p. 732.

Die Laschenverbindung der Schienen auf der Köln-Mindner, Düsseldorf-Elberfelder und Westphälischen Eisenbahn. Heusinger v. W., Organ 1851, p. 153—155.

Neue Laschenverbindung der Bergisch-Märkischen Eisenbahn. Organ für Eisenbahnwesen 1875, p. 89.

Laschenschrauben, Befestigung derselben mit Stiften und Differenzialbewegung, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 203; Portefeuille écon. des machines. Avril 1867, p. 51.

Malberg, über Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stössen und Verwendung von Stahl zu denselben. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1853, p. 109.

Neues Modell für Schienen und Laschen der Pensylvania-Bahn. Engineer 1875 v. 23. April; Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 63.

Oakley's Laschenschraube. Mit Abbd. Organ 1872, p. 32.

Paget's Methode, um das Loswerden von Schraubenmuttern, Laschenbolzen etc. zu verhindern, mit Abbd. Mech. Magaz., Mai 18, 1866, p. 310; Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 23.

Paulus, Ueber Laschenverbindungen. Mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 53.

Notiz über den Oberbau der Braunschweig'schen Bahn mit Differential-Laschenschraube und schwebendem Stoss. Organ 1870, p. 228.

Pott's, Jos., neue Schienenlaschen. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 29.

Notiz über Puddelstahl-Laschen von der Köln-Mindner Bahn. Heusinger v. W., Organ 1855, p. 110.

Rochefort's neue Laschenverbindung. Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 61.

Richardson's Laschenverbindung. Nouv. Annales de la construction 1857, Décbr.

Röhrig, E., Notiz über die Schienenstossverbindung durch Laschen. Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins III. Bd., p. 215; Polyt. Centralbl. 1854, p. 275.

Sandberg, C. P., Versuche über die Stärke der Laschenverbindungen bei Schienenstössen. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 151.

Schmidt, H., der excentrische Stoss beim Eisenbahn-Oberbau. Organ für Eisenb.-W. 1877, p. 71.

Schwebende Stossverbindung der Schienen auf der Altona-Kieler Bahn. Zeit des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 311.

Schwebende Stossverbindung der Schienen auf der Leipzig-Dresdner Bahn. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 298.

Seidler, Schwebende Stossverbindung der Schienen (auf der Nordtiroler Linie nicht bewährt). Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 452.

Stell's Schienenstossverbindung. Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 208.

Stossverbindung, schwebende, auf der Leipzig-Dresdener und Altona-Kieler Bahn. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 206.

Stossverbindung der Schienen mittelst Seitenlaschen auf der Köln-Mindener Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ 1851, p. 19, 20; Polyt. Centralbl. 1851, p. 649.

Strauch, Laschenschrauben. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 38. Mit Abbd.; Polyt. Centralbl. 1862, p. 500.

Stuhllaschen bei dem Oberbau der französischen Bahnen, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 25; Ch. Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris 1865, T. I, p. 327 et 336.

Tauberth's, V., patentirte Schienenkupplung. Heusinger v. W., Organ I. Bd., p. 198, 199; Eisenbahnzeitung 1846, p. 112, 113.

Tudor's, F., Differential-Laschenschraube Mit Abbd. Organ 1869, p. 69.

Verhinderung des Losgehens der Schraubenmuttern an der Laschenverbindung. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1861, p. 329.

Währer, A., Vorschlag zur Verbesserung des Schienenstosses mittelst einer neuen Laschenconstruction. Mit Abbd. Organ 1870, p. 95 und 157.

Wilcke, C. W., die Laschen der Bebra-Friedländer Eisenbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 8.

Wild, Ch. H., über Schienenstossverbindung durch Laschen. London Journ. March 1854. p. 179, Polyt. Centralbl. 1854, p. 1173.

Winan's Schienenlasche. Mit Abbd. Organ 1871, p. 201.

Winslow's Vorrichtung gegen das Lösen der Schraubenmuttern. Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 124.

With, Emile, Recherches sur les rails (über Laschenverbindungen). Journ. des chem. de fer 1854, p. 535—537.

f. Ueber Befestigungsmittel der Schienen.

Anwendung der Holzschrauben statt Hakennägel auf französischen Bahnen. Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 123.

Askenasy, verbesserter Schienennagel von Mac-Hill. Mit Abbd. Organ 1869, p. 207.

Befestigung der plattfüssigen Schienen mit Schraubennägeln. Zeitschrift des österr. Ingen.-Vereins 1849, No. 16; Polyt. Centralbl. 1850, p. 198—200; Heusinger v. W., Organ 1850, p. 181. 19.

Bessemerstahl-Nägel. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 208.

Chairsnägel, hölzerne. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 73, mit Abbd.; Zeitschrift des österr. Ingen.-Vereins 1863, p. 135.

Cubitt's Verbesserungen im Bau der Eisenbahnen (Stühle, Bolzen, Nägel). Dingler's pol. Journ. 89. Bd., p. 81; Hessler's Jahrb. 1843, p. 77.

Desbrière's Nagelung der Schwellen. Annales des mines 1863, p. 147; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 143 u. 223.

Desbrière, über die Anwendung gusseiserner Ringe bei der Befestigung der breitbasigen Eisenbahnschienen. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 112, mit Abbd.

*Funk, A., über die Haltkraft der Schienennägel. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingenieur-Vereins 1860, p. 41; Scheffler's Organ 1860, p. 275—82; Pol. Centralbl. 1860, p. 873.

Ueber die Haltkraft der Schienennägel. Versuche gegen das Ausziehen derselben. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1860, Heft 1; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1861, p. 272.

Harrison's, John, Maschine zum Bearbeiten von Holznägeln für Schienenstühle. Mech. Magaz. 1843, XXXIX, p. 33; Polyt. Centralbl. 1819, p. 1245.

Hutbolzen, (Schienenschrauben, Grundschrauben, Tirefonds). Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 39 und 219.

v. Kaven, Notizen über die Dimensionen von Schrauben und Nägeln nebst Versuchen über die Haltkraft der letzteren. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingenieur-Vereins 1856, Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins 1856.

Kusebauch & Lazar's Patent-Schienennagelzange und Schienennagel. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 90.

May, Ch. und P. Prince, die Herstellung hohler Nägel. Pol. Centralbl. 1855; Scheffler's Organ 1856, p. 261—66.

Moschitz, Schraubennägel-Fabrikation für Eisenbahnen. Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen 1855, No. 46; Dingler's Journal 139. Bd., p. 245.

Ransomes's hölzerne Schienennägel. Organ für Eisenbahn-W. 1865, p. 74; Engineer Aug. 5, 1861.

Stibb's patentirter Schienennagel. Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 77.

Ueber Unterlagsplatten. Deutsche Bauzeitung 1874, p. 371. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 31.

Whitney's Nägel zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Deutsche Industriezeitung 1869; Organ 1870, p. 159.

Beschreibung der Nagelwalzen zum Anfertigen von Schienenkloben. Von H. Wies u. A. Gradmann. Bayer. Kunst- und Gewerbebl. 1851, p. 577; Heusinger v. W., Organ 1855, p. 24.

g. Ueber Steinunterlagen.

Askenasy, Asphalt-Würfel-Oberbau von Stierlin (Schaffhausen). Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 136.

*Buresch, über Bahnoberbau. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 29. 52. 152 u. 251, mit Abbd.

Castor's Betonwürfel. Deutsche Bauzeitung 1874, p. 105; Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 88.

Chevreusse und Bouvert's künstliche Steine als Ersatzmittel des Eichenholzes beim Eisenbahnbau. Comptes rendus. Juli 1848, No. 4; Heusinger v. W., Organ 1848, p. 148.

Erfahrungen mit dem Oberbau der Taunusbahn. Organ für die Fortschr. des Eisenbahn-W. 1854, p. 131.

Heusinger v. Waldegg, Edm., u. Pet. Anger, Beobachtungen und Erfahrungen über Stein- und Holzunterlagen bei der Taunusbahn, sowie Beschreibung der Construction und Ausführung des Oberbaues dieser Bahn. Heusinger v. W., Organ 1. Bd., p. 107—118.

Heusinger v. Waldegg, über die Steinunterlagen bei der Taunusbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1852, p. 208. 209.

Hunt, Maschine, Steinblöcke für die Bahnen zu bearbeiten. Mech. magaz. Vol. 29, p. 258.

Kullmann, über die ausgedehntere Anwendung der Steinwürfel-Unterlagen. Scheffler's Organ 1858, p. 15.

*Referat über A. No. 8 von der Dresdener Technikerversammlung in den »Fortschritten der Technik«. Wiesbaden 1866.

Riedinger, über Cementwürfel-Oberbau. Mit Abbd. Organ 1870, p. 139.

Der Steinwürfel-Oberbau auf den königl. bayerischen Staatsbahnen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 677; Organ 1869, p. 112.

Steinwürfel-Oberbau der Württembergischen Staatsbahn. Organ 1870, p. 194.

Wernher, über das Verhalten des Steinwürfel-Fundaments auf der Taunusbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 185.

h. Ueber Holzschwellen im Allgemeinen und Oberbau mit hölzernen Langschwellen.

Constructionssystem beim Legen des zweiten Gleises auf der Baltimore-Ohio-Bahn. Förster's Bauzeitung 1841, p. 152—53; Pol. Centralbl. 1842, p. 234. 235.

Ueber Brückschienen und die Art der Ausführung des Oberbaues nach diesem System auf verschiedenen Bahnen. Heusinger v. W., Organ 1848, p. 35—38 und 72—74.

Brunel's Bericht über den Oberbau der Great-Western-Bahn. Nach Civ. Eng. a. Arch. Journ. in Dingler's Journal 69. Bd., p. 81—83; 76. Bd., p. 266—75; Pol. Centralbl. 1838, p. 1039 bis 42; 1839, p. 70—76.

Connelli's Langschwellen-Oberbau. Scientific American 1872, p. 102; Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ing.-Ver. 1873, p. 235; Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 27.

Eisenbahnschwellen in Ostindien. Organ für Eisenbahn-W. 1865, p. 217; Romberg's Zeitschrift für practische Baukunst 1864, p. 295; Leitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1865, p. 111.

Ueber Eisenbahn-Systeme mit hölzernen Längenbalken als Unterlage (var. coll. von Vignoles, Parkins, Curtis, Jopling, Thorold). Mech. magaz. Vol. 26, p. 258 290. 300. 329. 376; Dingler's polyt. Journal 64. Bd., p. 1—12.

Construction des Oberbaues der Great-Western-Eisenbahn. Civ. Eng. a. Arch. Journ. Febr. 1838, p. 105; Dingler's Journal 68. Bd., p. 339. 340; Pol. Centralbl. 1838, p. 78—86.

Laignel, über die Unterstützung der Schienenstühle durch Längenschwellen. Förster's Bauzeitung. Ephemer. 1848, p. 115; Bullet. de la société d'encour. 1846, p. 484.

Latrobe, Beschreibung einer neuen Form von Eisenbahnschienen (Z-rail) und des hierzu erforderlichen Holzoberbaues. Förster's Bauzeitung 1841; Dingler's polyt. Journ. 84. Bd. 1842.

Niernsen, John, Beschreibung des Oberbaues eines Theils der Baltimore-Ohio-Eisenbahn zwischen Harpers-Ferry und Cumberland. Förster's allgemeine Bauzeitung 1843, p. 31—34; Polyt. Centralblatt 1843, 1. Bd., p. 527—535.

Oberbau, Richtige Zeit zur Fällung des Holzes zu demselben. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 397.

Eigenthümlicher hölzerner Oberbau der Verbindungsbahn in Paris. Zeitschrift für Bauwesen 1854, p. 539; Heusinger v. W., Organ 1855, p. 66.

Pouillet's Oberbausystem für Eisenbahnen. Heusinger v. W., Organ 1852, p. 222; Bulletin de la soc. d'enc. 1851, Juin, p. 306; Polyt. Centralbl. 1852, p. 549. 550.

Schwellen von Rothbuchen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1867, p. 635.

Seaton's Eisenbahnschwellen mit dreiseitigem Querschnitt. Notizbl. zu Förster's Bauzeitung 1856, p. 28; Polyt. Centralbl. 1857, p. 507.

Seaton's, W., neues Oberbausystem. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 73, mit Abbd.; Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereins 1863, p. 157

i. Ueber ganz eiserne Oberbaue.

Atzinger's eiserner Oberbau. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1875, XII. Heft; Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 106.

Baer und Roth, ein eiserner Bahnoberbau. Mit Abbd. Organ 1870, p. 192.

Eiserne Bahnschwellen (aus Doppel-T-Eisen in Belgien). Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1864, p. 266.

Neuer eiserner Bahnoberbau der Rheinischen Eisenbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1874, p. 23.

Barlow's, W. H., schmiedeeiserner Bahnoberbau auf der Hauptlinie der North-Midland-Eisenbahn, The Civ. Engin. and Arch.-Journ. 1850, June, p. 204; Heusinger v. W., Organ 1851, p. 51; Polyt. Centralblatt 1851, p. 131. 132.

Barlow's, W., Eisenbahnoberbau. Förster's Bauzeitung 1853, p. 136; Eisenbahnzeit. 1853, p. 23.

Barlow's Eisenbahn-Oberbausystem. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 257. 297 und 310.

Barlow's, P. W. u. H. W., Verbesserungen in dem Oberbau von Eisenbahnen. Rep. of pat. inv. 1850, Nov., p. 278; Polyt. Centralblatt 1851, p. 129—131.

*Bellets, Henri, Befestigungssystem der Vignoles-Schienen auf Vautherin's eisernen Querschwellen. Mit Abbild. Organ 1870, p. 118 und 145.

*Buresch, Oberbau, mit Abbild. Organ für Eisenbahn-W. 1845, p. 49.

Couche, Urtheile über die Barlow-Schiene. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1863; p. 383.

Daelen, R., Beitrag zu den Entwürfen eines eisernen Oberbaues für Eisenbahnen. Mit Abbild. Scheffler's Organ 1864, p. 189.

Daelen's eisernes Oberbausystem, mit Abbild. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 254; Engineering 1867, p. 120.

Fortschritte und Verbesserungen des eisernen Oberbaues für Bahngleise nach dem zweitheiligen System des Regier.- und Baurath Hilf, mit Abbild. Organ 1873, 1. Heft.

Greave's schalenförmige gusseiserne Unterlagen für Eisenbahnschienen. Mining-Journal 1851, No. 845, p. 531; Heusinger v. W., Organ 1852, p. 188; Polyt. Centralbl. 1852, p. 795.

Greave's schalenförmige gusseiserne Unterlagen für Eisenbahnschienen, in Anwendung bei dem Oberbau der ägyptischen Eisenbahn. Heusinger v. W., Organ 1853, p. 215 und 25.

Gusseiserne Schienen-Unterlagen, über die Anordnung derselben in Indien. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 252; Engineering 1867, p. 73.

Goldschmidt, Th. v., die eisernen Oberbausysteme auf der Pariser Ausstellung von 1867, im officiellen österreich. Ausstellungsberichte, 2. Liefrg., p. 93.

Hartwich-Schiene; eiserner Oberbau mit der 11″ hohen Schiene auf der Rheinischen Eisenbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 123; Ed. Maurer, die Formen der Walzkunst, p. 152.

Hartwich's eiserner Oberbau mit der 11 Zoll hohen Schiene. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1866, p. 14, 28 und 265.

*Hartwich's eiserner Oberbau ohne Schwellen mit 9 Zoll hohen Schienen, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 229.

Die Hartwichschiene für Bahnhof-Nebengleise. Organ 1869, p. 69 und 120.

Heusinger v. Waldegg, über die seitherigen Bestrebungen, die hölzernen Unterlagen bei dem Eisenbahn-Oberbau zu beseitigen und den Schienenstoss auszugleichen. Zeitung des Ver. deutscher Eisenbahn-Verw. 1862, p. 701.

Heusinger v. Waldegg's, E., eiserner Oberbau ohne Schwellen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1862, p. 861.

Heusinger v. Waldegg, E., die eiserne Eisenbahn. gr. 4. mit 12 Taf. Zeichnung. Hannover 1863.

Heusinger von Waldegg. Eiserner Oberbau nach System Hilf, für die Bahnen Berlin-Wetzlar und Coblenz-Sierk. Musterconstructionen für Eisenbahnbau. I. Bd., 1. Liefg.

Hilf, M., der eiserne Oberbau, (System Hilf) für Eisenbahn-Gleise. Technisch und finanziell eingehend erörtert. Wiesbaden 1876. C. W. Kreidel's Verlag.

Hilf's Fortschritte und Verbesserungen des eisernen Oberbaues für Bahngleise. Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 6.

Hilf's eiserner Oberbau der Zweigbahnen der Nassauischen Eisenbahn Limbach-Hadamar und Diez-Zollhaus. Organ 1871, p. 179.

Hoffmann's neuerfundenes Eisenbahnprincip mit Ersetzung des Holzunterbaues durch gewalztes Eisen. Eisenbahnzeitung 1854, p. 207.

Jordan's W., Oberbau-System ohne Holz mit dreitheiligen Schienen. Zeitung des Ver. deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 145 und 389.

Klose, die Constructionssysteme des ganz eisernen Oberbaues. Organ 1870, p. 53.

Köstlin und **Battig's** Oberbausystem in Württemberg bewährt. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1867, p. 198.

Köstlin und **Battig's** eiserner Oberbau. Mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 202.

Köstlin, A., und A. **Battig's** Eisenbahnoberbau ohne Holz. Zeitschrift des österr. Ing.-Vereins 1862, p. 15›; Polyt. Centralblatt 1862, p. 1393; Zeitung des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863, p. 1.

Köstlin und **Battig**, über die Verwendung doppelköpfiger Schienen beim ganz eisernen Oberbau. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 337.

Lazar's patentirter eiserner Oberbau. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 1.

Lecrenier's Querschwellen von Eisenblech. Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ingen.-Vereins 1867, p. 117; Revista de obras publicas 1865, No. 5; Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 159.

v. **Morlock**, die Ausführung des Hartwich'schen Bahnoberbaues auf der Württembergschen Staats-Bahn und Erfahrungsresultate mit demselben. Mit Abbd. Organ 1871, p. 221.

Nördlinger, W., Ersetzung der Holzschwellen durch gusseiserne Stuhlplatten. Eisenbahnzeitung 1851, p. 13.

Nördlinger, W., das Gleisesystem der französischen Midibahn (System **Brunnel** und **Barlow**). Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1855, p. 217; Heusinger v. W., Organ 1855, p. 100; Polyt. Centralblatt 1856, p. 62 und 437.

Eiserner **Oberbau** ohne Querschwellen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1866, p. 247 und 691.

Oberbau, neuer eiserner auf eisernen Querschwellen. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 72, mit Abbd.; Annales du Génie civil., Juli 1863, p. 181.

Eiserner **Oberbau**, Versuche mit demselben auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 22; Goschler, Traité prat. de l'entretien des chemins de fer. Tome II, p. 501.

Eiserner **Oberbau** der Württembergischen Staatsbahn. Organ 1870, p. 197.

Oesterreicher's eiserner Querschwellen-Oberbau. Zeitschr. des österr. Ingen.- und Arch.-Vereins 1876, p. 133; Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 248.

Paulus' eiserner Oberbau. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1866, Heft IV; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1866, p 302 u. p. 116 und 1867, p. 182.

Pini, über einen eisernen Oberbau für Eisenbahnen vom Oberingenieur A. Köstlin. Mit Abbild. Scheffler's Organ 1863, p. 74.

Reese's, H., eiserner Oberbau. Scientific American 1875, p. 230; Organ für Eisenbahnwesen 1876, p. 106.

Referate über die Frage: Welche neueren Erfahrungen sind in der Anwendung des ganz eisernen Oberbaues gemacht? Organ 1871, p. 41 und 193.

Röder's ganz eiserner Bahnoberbau. Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 259.

Schaltenbrand's eiserne Bahnquerschwellen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1874, p. 513 u. 589; Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 39.

***Scheffler**, Dr. H., über einen eisernen Oberbau. Scheffler's Organ 1862, p. 1.

Steinmann's, Th., Oberbausystem mit Schwellen von Walzeisen und breitbasigen Schienen, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 202; Zeitschrift des österr. Ing.- und Archit.-Vereins 1866, p. 133.

Vauvillier's Bericht über das von Bessas-Lamégie und Henry angegebene System von gusseisernen Schienenstühlen mit Schmiedeeisenverbindung, das die hölzernen Querschwellen bei Eisenbahnen ersetzen soll. Bull. de la Soc. d'Encour. Nov. 1846, p. 585 ff.; Heusinger v. W., Organ 2. Bd., p. 70—73; Dingler's polyt. Journ. 103. Bd., p. 241.

Versuche mit ganz eisernem Oberbau auf den deutschen Vereinsbahnen. Organ 1870, p. 113.

*Vojaček, L., der Oberbau mit eisernen Querschwellen; ein Reisebericht aus Belgien und Frankreich. Mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1871, p. 13.

Vorschlag, die ausrangirten Eisenbahnschienen als Schwellen zu benutzen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1867, p. 115.

Wilcke, C., Die eisernen zweitheiligen Langschwellen-Oberbau-Systeme. Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd., 2. Liefg.

Eiserner Oberbau auf der Württembergischen Staatsbahn und der österreichischen Südbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 118; Verhandl. und Mittheil. des Nieder-österr. Gew.-Vereins 1867, No. 7, p. 83.

Eiserner Oberbau von der Württembergischen Bahn und von Duméry, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 122; Civil-Engineer- and Architects Journ. Septb. 1863, p. 283.

k. Ueber Schienendauer, Längenverschiebung (Wandern) der Schienen.

Ueber die Dauer der Eisenbahnschienen. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 59.

Ueber die Dauer der Eisenbahnschienen im Verhältniss zur Geschwindigkeit und dem über dieselben rollenden Gewichte. Organ für Eisenbahn-W. 1868, p. 204.

Engesser, Ueber Schienendauer und Schienen-Auswechselung Organ für Eisenbahnwesen 1876, p. 231.

Funk, Ueber Dauer der Schienen, insbesondere der Schienen aus Bessemerstahl. Organ f. Eisenbahn-W. 1876, p. 177.

Hilf, Vorrichtung zur Verhinderung der Längenverschiebung der Schienen bei der Nassauischen Eisenbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1872, p. 226.

Meyer, Georg, Ueber Längsverschiebung (Wandern) der Schienen auf zweigleisigen Bahnstrecken. Organ für Eisenbahn-W. 1876, p. 47.

Einfaches Mittel zur Verhinderung des Fortschiebens der Schienen. Organ für Eisenbahn-W. 1875, p. 136 uud Deutsche Bauzeitung 1874, p. 262.

Osthoff, G., Ueber Mittel zur Verhinderung des Fortschiebens der Schienen. Organ f. d. F. des Eisenbahn-W. 1876. p. 137.

Röhrig, Dr., Ueber die Haltbarkeit der Eisenbahnschienen. Mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1877, p. 23.

Stockert, Ueber Abnutzung und Dauer der Eisenbahnschienen. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1872, XIII. und XIV. Heft; Organ für Eisenbahn-W. 1873, p. 67.

Verhinderung der Längenverschiebung der Schienen (Resumé der Untersuchung der Verwaltung der deutschen Bahnen). Organ für Eisenbahn-W. II. Supplementband, p. VII. Nachtrag, p. 28.

VII. Capitel.

Festigkeitstheorie der Schienen.

Bearbeitet von

Dr. E. Winkler,

Professor des Eisenbahn- und Brückenbaues an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Hierzu Tafel XVI und XVII.)

---

§ 1. Bruchfestigkeit der Schienen mit einzelnen Stützpunkten. — Eine Eisenbahnschiene wird in Hinsicht auf die Festigkeit in sehr mannigfacher Weise beansprucht. Am stärksten ist jedenfalls die Beanspruchung auf Biegung durch den Verticaldruck der Räder. Ausserdem aber besteht eine Beanspruchung durch die Horizontaldrücke in Folge der Schwankungen der Betriebsmittel, welche in einer Biegung im horizontalen Sinne und wegen der excentrischen Wirkung der Horizontaldrücke in einer Art Torsion besteht. Hierzu kommen noch Beanspruchungen des Steges auf Druck, Knickfestigkeit und Biegung, sowie die in mannigfaltiger Weise auftretenden Stosswirkungen. Die meisten dieser Beanspruchungen entziehen sich einer theoretischen Untersuchung entweder ganz oder doch zum grossen Theil. Nur die zuerst genannte Beanspruchungsweise auf Biegung in verticalem Sinne durch den Verticaldruck der Räder lässt eine eingehendere Theorie zu, mit der wir uns im Folgenden befassen wollen.

Die Grundformel für die Bruchfestigkeit gerader Träger, welche nur durch Lasten belastet sind, die senkrecht auf die Achse des Trägers wirken, ist bekanntlich

$$1.\ \begin{cases} K\,W = M\,a, \\ \mathfrak{K}\,W = M\,\mathfrak{a}, \end{cases}$$

wenn M das grösste statische Moment der äussern Kräfte, W das Trägheitsmoment des Querschnittes für eine auf der Kraftebene senkrechte Schwerachse, a und $\mathfrak{a}$ den grössten Abstand der Fasern von dieser Achse auf der ausgedehnten und zusammengedrückten Seite und K, $\mathfrak{K}$ den grössten vorkommenden Zug und Druck pro Flächeneinheit bedeutet. Diese Regel ist unter der Annahme entwickelt, dass die Längenänderung proportional der Spannung ist, sie gilt also nur innerhalb der Elasticitätsgrenze. Da bei den Eisenbahnschienen die Elasticitätsgrenze nicht überschritten wird, so sind diese Formeln zur Berechnung der Tragkraft der Schienen oder der Dimensionen der Schienen für eine gegebene Tragkraft anwendbar, wenn man für K und $\mathfrak{K}$ den grössten zulässigen Zug und Druck pro Flächeneinheit oder den sogenannten Sicherheitscoëfficienten für Zug und Druck setzt.

Wir wollen nun die in diesen Formeln auftretenden Grössen einzeln in Betracht ziehen.

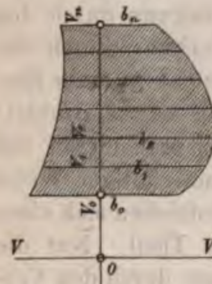
1. Querschnittsgrössen. Sowohl für die Gewichtsberechnung, als für die Bestimmung des Schwerpunktes unsymmetrischer Schienen ist zunächst die Bestimmung des Flächeninhaltes F nach bekannten geometrischen Sätzen oder mit Hülfe des Planimeters erforderlich. Bei unsymmetrischen Schienen bestimmt man sodann das statische Moment S des Querschnitts für irgend eine Achse (bei breitbasigen Schienen am besten für die Basis), d. i. die Summe der Producte aus allen Flächentheilchen und ihren Abständen von dieser Achse. Hierauf bestimmt man das Trägheitsmoment des Querschnitts, d. i. die Summe der Producte aus allen Flächentheilchen und den Quadraten ihrer Abstände von der Achse. Bei symmetrischen Schienen, also insbesondere bei gleichköpfigen Stuhlschienen, bestimmt man das Trägheitsmoment direct für die Schwerachse; bei unsymmetrischen Schienen für eine beliebig angenommene Achse (bei breitbasigen Schienen am besten für die Basis). Ist W' das Trägheitsmoment für die beliebige Achse, x der Abstand des Schwerpunktes von derselben, so ist das Trägheitsmoment W für die zu ihr parallele Schwerachse bekanntlich

$$2.\quad W = W' - F x^2.$$

Die Bestimmung des statischen und Trägheitsmomentes kann in sehr verschiedener Weise erfolgen:

a. Durch Rechnung. Man zerlegt das Profil in einfache Figuren (Rechtecke, Trapeze, Kreisabschnitte, Kreisausschnitte) und bestimmt von jeder einzelnen Figur das statische und Trägheitsmoment nach bekannten Regeln. (Die nöthigen Formeln findet man z. B. in des Verfassers »Lehre von der Elasticität und Festigkeit«.) Weniger genaue Resultate erhält man, wenn man das Profil gruppenweise in gleich breite Streifen zerlegt und nun die Simpson'sche Regel anwendet. Sind die Längen der der Momentenachse parallelen Sehnen $b_0, b_1, b_2 \ldots\ldots b_n$, der Abstand derselben von der Momentenachse $v_0, v_1, v_2 \ldots\ldots v_n$ und der Abstand der Sehnen von einander $= e$ (Fig. 1), so ist die Fläche:

Fig. 1.



$$3.\quad F = \tfrac{1}{3} e \, [b_0 + b_n + 4\,(b_1 + b_3 + \ldots.) + 2\,(b_2 + b_4 + b_6 + \ldots.)],$$

das statische Moment

$$4.\quad S = \tfrac{1}{3} e \, [b_0 v_0 + b_n v_n + 4\,(b_1 v_1 + b_3 v_3 + \ldots.) + 2\,(b2\, v_2 + b_4 v_4 + \ldots.)]$$

und das Trägheitsmoment

$$5.\quad W = \tfrac{1}{3} e \, [b_0 v_0^2 + b_n v_n^2 + 4\,(b_1 v_1^2 + b_3 v_3^2 + \ldots.) + 2\,(b_2 v_2^2 + b_4 v_4^2 + \ldots.)].$$

Man wird hierbei den Kopf und Fuss in schmalere Streifen zerlegen, als den Steg; hat letzterer ein rechteckiges Profil, so ist eine Zerlegung desselben natürlich unnöthig.

Handelt es sich nur um eine Näherungsbestimmung, so kann man folgendermaassen verfahren. Es bezeichne b_1, b_2, b_3 die Breite, h_1, h_2, h_3 die Höhe des Fusses, Steges und Kopfes und h die Gesammthöhe. Ist h_1 und h_3 unendlich klein und geht die Schwerachse durch die Mitte der Höhe, so ist $W = (\frac{1}{4}\, b_1\, h_1 + \frac{1}{12}\, b_2\, h_2 + \frac{1}{4}\, b_3\, h_3)\; h_2$. Diese Formel lässt sich aber auch anwenden für wirkliche Schienenprofile, wenn man statt der Coëfficienten $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{4}$ andere setzt, welche der spe-

ciellen Schienenform Rechnung tragen. Für die jetzt übliche Form ergiebt sich annähernd

$$6.\quad W = (0{,}20\, b_1\, h_1 + 0{,}04\, b_2\, h_2 + 0{,}15\, b_3\, h_3)\, h^2,$$

wenn h_1 die Höhe des Fusses am Uebergange in die Anschlussfläche, h_3 die Höhe des Kopfes bis zur Mitte der Anschlussfläche, h_2 die Höhe des Steges zwischen den Anschlussflächen bedeutet. Bei Stahlschienen mit niedrigen Köpfen setzt man besser *0,18* und *0,17* statt *0,20* und *0,15*. Für unsere Normalprofile (Tafel XVI, Fig. 1 und 2) ergiebt sich hiernach $W = 1064$ und 842, was mit den genauen Werthen nahe übereinstimmt. Setzt man für Eisenschienen $h_1 = 0{,}10\, h$, $h_2 = 0{,}57\, h$, $h_3 = 0{,}25\, h$, so wird

$$7.\quad W = (0{,}020\, b_1 + 0{,}020\, b_2 + 0{,}039\, b_3)\, h^3.$$

Der Abstand x des Schwerpunktes von der Basis ist bei den Schienen mit gekrümmter Anschlussfläche nahe $0{,}5\, h$, bei denen mit ebener Anschlussfläche aber $0{,}47\, h$ bis $0{,}49\, h$; im vorgeschlagenen Normalprofile ist für Eisen und Stahl $x = 0{,}48\, h$.

Für das von uns vorgeschlagene Normalprofil ergiebt sich für Eisen $F = 48{,}18$, $W = 1094$, für Stahl $F = 41{,}46$, $W = 832{,}6$ und bei ähnlichen Profilen allgemein

$$8.\quad \begin{cases} \text{Eisen: } F = 0{,}285\, h^2, & W = 0{,}0383\, h^4, \\ \text{Stahl: } F = 0{,}274\, h^2, & W = 0{,}0364\, h^4. \end{cases}$$

b. Durch Construction. Schneller noch kommt man durch die Construction zum Ziele, welche die graphische Statik lehrt. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf: »Cullmann's graphische Statik, II. Aufl. 1875«. — »Mohr, Beitrag zur Theorie der Holz- und Eisenconstructionen; Zeitschr. des Hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870«. — »Winkler's Vorträge über Eisenbahnbau, I. Heft, 3. Aufl. p. 240«. — »Bauschinger's graphische Statik, München 1871«. — »Mises, Darstellung von Momenten ebener Figuren als Flächen, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1875« etc.

c. Durch das Momentenplanimeter. Am meisten eignet sich zur Bestimmung des Flächeninhaltes, des statischen und Trägheitsmomentes aber das Amsler'sche Momentenplanimeter, mit Hülfe dessen man diese drei Grössen durch blosses Umfahren des Profils erhält. Da wir indessen dieses höchst sinnreiche Instrument nicht überall voraussetzen können, mussten wir dennoch auf die Berechnung eingehen. (Weiteres über dieses Instrument findet man in einem Referate eines Vortrags des Verfassers in der Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins, Jahrgang 1870.)

2. Aeussere Kräfte. Wenn ein Stab an den Enden frei auf den Stützen liegt, so findet bei einer beweglichen isolirten Last das grösste Moment in der Mitte statt, wenn auch die Last in der Mitte liegt. Ist G die Last, l der Abstand der Stützen, so ist bekanntlich das grösste Moment $M = \frac{1}{4}\, G\, l = 0{,}250\, G\, l$. Ist dagegen der Stab an den Enden horizontal eingespannt, so findet das grösste Moment an einem Ende statt, wenn die Last um $\frac{1}{3}\, l$ von diesem Ende absteht; dasselbe ist $M = \frac{4}{27}\, G\, l = 0{,}148\, G\, l$. Ist der Stab an einem Ende horizontal eingespannt, am andern Ende frei aufliegend, so ist das Moment am grössten, wenn die Last $0{,}423\, l$ vom eingespannten Ende entfernt ist und zwar ist alsdann $M = 0{,}193\, G\, l$.

Die Schienen befinden sich jedoch in keinem dieser Fälle, sondern sind als sogenannte continuirliche Träger, d. h. als auf mehr als 2 Stützen ruhende Träger anzusehen. Wir haben folgende Fälle zu unterscheiden. (Hierzu Tafel XVII.)

a. Mittelfelder. Das positive (nach oben concav krümmende) Moment wird am grössten in der Mitte des Feldes, wenn auch die Last in der Mitte des Feldes

liegt; wenn aber ausserdem die übrigen Felder abwechselnd so belastet sind, dass die Lasten um $0.380\,l$ von den dem fraglichen Felde am nächsten liegenden Stützen abstehen (Fig. 1). Die im betreffenden Felde liegende Last erzeugt das Moment $0{,}1708\,G\,l$; jede der nächsten Lasten das Moment $0{,}00834\,G\,l$, jede der übernächsten Lasten das Moment $0{,}00060\,G\,l$ u. s. f. Somit erzeugt sich in der Mitte des fraglichen Feldes das Moment

$$9.\quad M = 0.189\,G\,l.$$

Durch die Eindrückung der Schwellen in die Bettung wird M noch etwas vergrössert. Jedoch können wir diesen Werth von M annehmen, wenn wir für l nicht den lichten Abstand der Schwellen, sondern den Abstand von Mitte zu Mitte annehmen. Wegen der Nachgiebigkeit des Holzes würde die anzunehmende freie Spannweite l etwas grösser sein, als der lichte Abstand der Schwellen.

Das negative (nach oben convex krümmende) Moment wird über einer Stütze am grössten und zwar, wenn die beiden anstossenden Felder und die übrigen Felder abwechselnd belastet sind und zwar so, dass die Lasten um $0{,}380\,l$ von den der betreffenden Stütze am nächsten liegenden Stützen abstehen (Fig. 2). Dasselbe ist $= -0{,}183\,G\,l$, also fast so gross als das vorige, nur ist der Sinn der Drehung ein entgegengesetzter. Da indessen der Radstand grösser als $2\,.\,0{,}380\,l$, d. i. grösser als etwa $0{,}76^{m}$ ist, so kann dieses theoretische Maximum in Wirklichkeit nicht eintreten. Ist der Radstand gleich der Entfernung der Schwellen, so würde das grösste negative Moment $-0{,}172\,G\,l$ werden. Ist der Radstand grösser als $1{,}38\,l$, so wird das grösste negative Moment nur $-0{,}098\,G\,l$.

b. Endfelder für ruhende Stösse ohne Laschen. Die Länge des Endfeldes sei l_1. Das Moment wird am grössten in der Entfernung $0.44\,l_1$ vom freien Ende, wenn hier eine Last ruht und wenn die übrigen Felder abwechselnd so belastet sind, dass die Lasten $0.380\,l$ von den dem Ende am nächsten liegenden Stützen entfernt sind (Fig. 3). Die im ersten Felde liegende Last erzeugt das Moment

$0{,}212\,G\,l_1$, $0.209\,G\,l_1$, $0{,}207\,G\,l_1$, $0{,}205\,G\,l_1$, je nachdem $\frac{l_1}{l} = 0{,}7.\ 0.8,\ 0.9,\ 1.0$

ist, so dass wir das Moment allgemein $0.209\,G\,l_1$ annehmen können; die nächste Last erzeugt das Moment $0{,}0093\,G\,l_1$. die übernächste das Moment $0.0007\,G\,l_1$ u. s. f. Somit ist das grösste Moment

$$10.\quad M = 0.219\,G\,l_1.$$

Damit die Beanspruchung in den Mittel- und Endfeldern gleich wird, muss $0.219\,l_1 = 0{,}189\,l$ oder

$$11.\quad l_1 = 0{,}863\,l$$

sein.

Sind Laschen vorhanden, so werden unter der Annahme einer vollkommenen Continuität (die allerdings nicht streng erreicht wird) die Momente in den Endfeldern kleiner, als in den Mittelfeldern, wenn die Längen derselben kleiner sind.

Die für die grössten Momente angegebenen Werthe können allerdings nur bei einer ganz bestimmten Entfernung der Räder eintreten. Da dieselbe aber variabel ist, so wird es doch rathsam sein, diese Werthe den Berechnungen zu Grunde zu legen und zwar um so eher, als die grössten Momente, welche sich unter Voraussetzung ganz bestimmter Radstände ergeben, nur ungemein wenig von den eben ermittelten Maximalmomenten abweichen. Ueber den Nachweis dieser Regeln siehe »Winkler's Vorträge über Eisenbahnbau, I. Heft, 3. Auflage, p. 244 bis 249.«

3. **Festigkeits- und Sicherheitscoëfficienten.** Wählt man als grösste Spannung einen bestimmten Theil der Spannung an der Elasticitätsgrenze, oder des sogenannten Grenzcoëfficienten, so können zur Bestimmung von K Versuche mit beliebig geformten Stäben dienen. Durch Zug- und Biegungsversuche hat sich der Grenzcoëfficient für Schmiedeeisen zu *900* bis *2800* Kilogr., im Mittel zu *1650* Kilogr., für Stahl im Mittel zu *3000* Kilogr. pro □^{cm} ergeben. Jedoch ist der Grenzcoëfficient immer etwas Unbestimmtes, da die Grenze, bei welcher die Formveränderungen beginnen, bleibend zu werden, nicht genau markirt ist.

Bis zum Bruche gilt die Festigkeitsformel 1 nicht. Jedoch kann sie auch für den Bruch angewendet werden, wenn man für K, $\mathfrak{K}$ nicht den Festigkeitscoëfficienten für Zug und Druck einsetzt, sondern einen durch besondere Bruchversuche zu bestimmenden Bruchcoëfficienten. Derselbe ändert sich aber alsdann mit der Querschnittsform des Stabes, er ist also hier besonders durch Versuche mit Schienen zu ermitteln. Es fehlt durchaus nicht an derartigen Bruchversuchen; leider werden sie aber meist theils gar nicht, theils nicht mit allen erforderlichen Angaben mitgetheilt. Nach den bekannten Versuchen ergiebt sich der Bruchcoëfficient für Eisen *4300* bis *6600*, im Mittel *5100* Kilogr. pro □^{cm}, beim Stahle kann der Coëfficient bis auf das Doppelte steigen. Der Einfluss des Gefüges, Kohlenstoffgehaltes, sowie der Herstellungsweise ist bereits im Capitel IV besprochen.

Beim Zerbrechen von Schienen erfolgt der Bruch durch Zerreissen der untern Fasern, so dass die erste der Gleichungen 1 maassgebend sein würde.

Die Bruchversuche mit Hülfe eines Fallklotzes geben wohl über den Grad der Zähigkeit, nicht aber über den Grenz- und Festigkeitscoëfficienten Aufschluss. Nimmt man an, dass die ganze lebendige Kraft, welche eine Last G beim Herabfallen von der Höhe h erhält, zur Biegung verwendet wird, so ergiebt sich als grösste Spannung

$$K = \sqrt{\frac{E\,G\,h\,a^2}{W\,l}}.$$

Z. B. ist bei der Oesterreichischen Südbahn für den Bruch und für $G = 1000$ Kilogr. und für Eisenschienen $h = 948^c$, für Stahlschienen mit *0,27* Kohlengehalt $h = 853^c$, mit *0,54* Kohlengehalt $h = 379^c$. Hiernach würden sich die viel zu grossen Bruchcoëfficienten *73800*, *70000*, *46700* Kilogr. pro □^{cm} ergeben. Obige Formel ist aber unter der Voraussetzung ermittelt, dass die Durchbiegung nach derselben Curve erfolge, wie bei ruhender Last, was unbedingt falsch ist, aber zu um so richtigeren Resultaten führt, je kleiner die Fallhöhe ist.

Die Wahl des Sicherheitscoëfficienten ist Sache der Erfahrung. Eine Menge von Einflüssen, wie die Vermehrung der Beanspruchung durch seitliche Stösse, durch die Geschwindigkeit, durch das etwaige Senken einzelner Schwellen, durch Fehler beim Walzen, durch das Bremsen, durch den Einfluss der Witterung u. s. w. entziehen sich der Rechnung. Die Berechnung einer grösseren Anzahl von angewendeten Schienen gab für Eisen $K = 550$ bis *1200* Kilogr. pro □^{cm}. Wir glauben, als Sicherheitscoëfficient für Hauptbahnen mit grosser Geschwindigkeit vorschlagen zu sollen

für Schmiedeeisen . . . . $K = 750$ Kilogr. pro □^{cm}.
- Stahl . . . . $K = 1000$ - - -

Dies würde ungefähr für Eisen einer *2,3* fachen Grenzsicherheit und einer *6,9* fachen Bruchsicherheit entsprechen; beim Stahle ist die Bruchsicherheit der grösseren Sprödigkeit wegen etwas grösser angenommen.

4. Einfluss der Geschwindigkeit. Durch die Geschwindigkeit der Wagen wird das positive Moment vergrössert, indem in Folge der Durchbiegung die Räder einen Centrifugaldruck ausüben. Ist dieser Centrifugaldruck $= C$, so ist das grösste positive Moment

$$M_1 = 0{,}189\ (G + C)\ l,$$

oder, wenn man das Moment bei ruhender Last mit M bezeichnet,

$$M_1 = M\left(1 + \frac{C}{G}\right).$$

Ist der kleinste Krümmungsradius der durchgebogenen Schiene $= r$, der Elasticitätscoëfficient $= E$, das Trägheitsmoment des Querschnitts $= W$, so ist $\frac{1}{r} = \frac{M}{E\,W}$. Ist die Geschwindigkeit $= c$, die Beschleunigung der Schwere $= g$, so ist $C = \frac{G\,c^2}{g\,r} = \frac{M_1\,G\,c^2}{E\,W\,g}$, mithin

$$12.\quad M_1 = M\left(1 + \frac{M_1\,c^2}{E\,W\,g}\right).$$

Die Reduction auf M_1 giebt $M_1 = \dfrac{M}{1 - 0{,}189\,\dfrac{G\,l\,c^2}{E\,W\,g}}$.

Da das zweite Glied im Nenner nur klein ist, so ist hiernach die relative Vergrösserung γ des Momentes sehr nahe:

$$13.\quad \gamma = 1 + 0{,}189\,\frac{G\,l\,c^3}{E\,W\,g}.$$

Setzen wir $G = 6500$ Klgr., $E = 2040000$ Klgr. pro □cm, $g = 981$ cm, $l = 100$ cm, $W = 1000$ cm, so wird

$$14.\quad \gamma = 1 + 0{,}000613\,c^2,$$

wenn c in Metern genommen wird. Für $c = 5,\ 10,\ 15,\ 20$ Meter wird hiernach bezüglich $\gamma = 1{,}015,\ 1{,}061,\ 1{,}138,\ 1{,}245$, so dass der Einfluss der Geschwindigkeit nicht unbedeutend ist. Durch die Eindrückung der Schwellen wird der Einfluss etwas vermindert, weil die Last nicht so hoch herabfällt, indem die Schwellen, wenn über ihnen das Rad liegt, stärker eingedrückt sind, als wenn das Rad die Mitte des Feldes erreicht hat. Bezeichnet man den unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit einzuführenden Sicherheitscoëfficienten mit K_1, so ist die Festigkeitsbedingung $K_1\,W = M_1\,e$. $W = \frac{M_1\,e}{K_1}$, oder, wenn man e gleich der halben Schienenhöhe oder $= \frac{1}{2}\,h$ anninnt, $W_1 = \frac{M_1\,h}{2\,K}$. Setzt man diesen Ausdruck für W in Formel 12 ein, so ergiebt sich $M_1 = M\left(1 + \frac{2\,K_1\,c^2}{E\,g\,h}\right)$ oder

$$15.\quad \gamma = 1 + \frac{2\,K_1\,c^2}{E\,g\,h}.$$

Bezeichnet man für eine beliebige Geschwindigkeit den Sicherheitscoëfficienten, welcher ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit einzuführen ist, mit K, so ist die Festigkeitsbedingung $K\,W = M\,e$. Daher wird $\frac{K}{K_1} = \frac{M}{M_1} = \frac{1}{\gamma}$, d. i.

$$16.\quad K = \frac{K_1}{1 + \dfrac{2\,K_1\,c^2}{E\,g\,h}}.$$

Wenn man für eine Maximalgeschwindigkeit von 18^m pro Secunde den Sicherheitscoëfficienten, wie vorhin angegeben, für Eisen und Stahl zu *750* und *1000* Klgr. pro $\square^{cm}$ annimmt, so kann man den Coëfficienten K_1 zu ungefähr *920* und *1260* Klgr. pro $\square^{cm}$ annehmen. Setzt man ausserdem $E = 2040000$ Klgr. pro $\square^{cm}$, $g = 981^{cm}$, so wird allgemein:

$$17. \begin{cases} \text{Schmiedeeisen } K = \dfrac{920}{1 + 0{,}092 \dfrac{c^2}{h}} \text{ Klgr. pro } \square^{cm} \\ \text{Gusseisen . . } K = \dfrac{1260}{1 + 0{,}126 \dfrac{c^2}{h}} \quad \text{" " "} \end{cases}$$

worin c in Metern pro Secunde, h in Millimetern einzuführen ist.

§ 2. Schubspannungen. — Die in der Längsrichtung der Schiene wirkenden Spannungen, die wir auch Normal- oder Faserspannungen nennen, sind nicht die einzigen auftretenden Spannungen. Es wirken vielmehr noch sogenannte Schubspannungen, d. i. Spannungen, welche in verticalen Querschnitten und in horizontalen Schnitten in der Ebene des Schnittes wirken und die Materialtheilchen auf beiden Seiten des Schnittes übereinander zu verschieben suchen. Die in den verticalen und horizontalen Schnitten wirkenden Spannungen pro Flächeneinheit sind, wie die Theorie zeigt, in demselben Punkte des Stabes einander gleich.

Es bezeichne nun N die Normal- oder Faserspannung, T die Schubspannung in einem um v von der horizontalen Schwerachse abstehenden Punkte eines beliebigen Querschnittes, b die Länge der horizontalen Sehne des Querschnittes an dieser Stelle, S das statische Moment des über oder unter dieser Sehne liegenden Flächenstückes für die horizontale Schwerachse und Q die Summe aller auf der einen Seite des Querschnittes wirkenden Verticalkräfte oder die sogenannte Transversalkraft. Alsdann ist

$$18. \; N = \frac{M v}{W}, \quad T = \frac{Q S}{W b}.$$

S lässt sich leicht für beliebig angenommene Sehnen nach § 1 berechnen.

Diese Spannungen erzeugen in allen Richtungen Längenänderungen. Bezeichnen wir mit R die Spannung, welche die grösste dieser Längenänderungen erzeugen würde, wenn nur in der Richtung dieser Längenänderung eine Spannung vorhanden wäre, oder die sogenannte ideale Hauptspannung, so ist

$$19. \; R = \tfrac{3}{8} N + \tfrac{5}{8} \sqrt{\tfrac{1}{4} N^2 + T^2}.$$

Die theoretische Bestimmung von Q und M, welche nach der Theorie der continuirlichen Träger erfolgen muss, würde uns hier zu weit führen. Als Resultate führen wir Folgendes an, wobei mit x die Entfernung des Querschnittes von einer Stütze bezeichnet ist.

Für $x = 0$ wird R in den von der Achse entfernten Fasern zum Maximum, wenn die Last bei $x = 0{,}37\, l$ liegt, im Stege aber, wenn die Last dicht neben der Stütze liegt. Von $x = 0{,}1\, l$ an wird S in einem beliebigen Querschnitte zum Maximum, wenn die Last an diesem Querschnitte liegt, weil alsdann sowohl Q als M zum Maximum wird. Auf Tafel XVII sind in Fig. 11, 12 und 13 die betreffenden Werthe von Q und M für ein Mittelfeld, für ein Endfeld bei ruhenden Stössen und für ein Endfeld bei schwebenden Stössen graphisch dargestellt. In Fig. 14 sind für ein Mittelfeld und zwar für die Querschnitte bei $x = 0$, $x = \frac{1}{4}\, l$ und $x = \frac{1}{2}\, l$ die Werthe von R in den verschiedenen Punkten der Querschnitte graphisch dargestellt.

Hieraus geht hervor, dass im Stege R zum Maximum für $v = 0$ und für $x = 0$ wird, d. h. in der Schwerachse eines über einer Stütze liegenden Querschnittes, wenn die Last dicht neben dieser Stütze liegt (Fig. 4). Und zwar ist, wenn S_1 das statische Moment des Flächenstückes über oder unter der Schwerachse für die Schwerachse, d die Stegdicke in der Schwerachse bedeutet,

$$20.\quad max\ R = \frac{4\ Q\ S_1}{3\ W\ d}.$$

Q ist in Folge der dicht neben der Stütze liegenden Last $= G$; die Belastung der übrigen Felder nach Fig. 4 vermehrt Q noch um $0.154\ G$, so dass $Q = 1.154\ G$ zu setzen ist. Als Festigkeitsbedingung ergiebt sich somit, wenn wir $max\ R = K$ setzen,

$$21.\quad K\ W\ d = 1,539\ G\ S_1.$$

Setzen wir $K\ W = M\ a = 0.189\ G\ l\ a$, so wird

$$22.\quad l\ a\ d = 8.143\ S_1.$$

§ 3. Berücksichtigung der Abnutzung. — In der Regel hat man der Berechnung der Tragfähigkeit das Profil der neuen Schienen zu Grunde gelegt, während eigentlich das Profil im Maximum der Abnutzung zu Grunde gelegt werden sollte. Da bei den Eisenschienen die Abnutzung nicht sehr bedeutend ist, so kann man indess die gewöhnlich befolgte Methode gelten lassen, da man jedoch den Sicherheitscoëfficient K mit Rücksicht auf die Erfahrung wählt. Wenn sich indess bei Anwendung von Stahlschienen eine weit längere Dauer, also auch eine stärkere Abnutzung als zulässig herausstellen sollte, so erscheint es rathsam, der Berechnung der Tragfähigkeit das Profil im Maximum der Abnutzung zu Grunde zu legen. Wir wollen daher im Folgenden unter der Annahme einer gleichmässigen, bekannten Abnutzung untersuchen, bei welcher Abnutzung die kleinsten Kosten erwachsen. Die Schiene habe anfangs die Querschnittsfläche F; nach n Jahren werde die Schiene ausgewechselt und sie habe alsdann die Querschnittsfläche F_1. Das Gewicht der Volumeneinheit sei γ, der Preis der Gewichtseinheit der neuen Schiene p, der ausgewechselten Schiene p_1, der der Capitalisirung der Unterhaltungskosten zu Grunde zu legende Zinsfuss z und das Verhältniss $\frac{100}{100 + z} = \varepsilon$. Bei jedem Auswechseln erwachsen pro Längeneinheit die Kosten $F \gamma p - F_1 \gamma p_1$; auf die Zeit des ersten Legens reducirt betragen die Kosten für das erste Auswechseln $\gamma (F p - F_1 p_1) \varepsilon^n$, für das zweite Auswechseln $\gamma (F p - F_1 p_1) \varepsilon^{2n}$ u. s. w. Demnach sind die capitalisirten Kosten k für das erste Legen und für die Unterhaltung

$$k = \gamma F p + \gamma (F p - F_1 p_1) (\varepsilon^n + \varepsilon^{2n} + \varepsilon^{3n} +) = \gamma F p + \gamma (F p - F_1 p_1) \frac{\varepsilon^n}{1 - \varepsilon^n} \text{ oder}$$

$$k = \gamma F p \frac{1}{1 - \varepsilon^n} - \gamma F_1 p_1 \frac{\varepsilon^n}{1 - \varepsilon^n}.$$

Bezeichnen wir nun die Kopfbreite der Schiene mit b, die Tiefe der Abnutzung des Kopfes in einem Jahre mit δ, so ist $F = F_1 + b\, n\, \delta$, mithin:

$$23.\quad k = \gamma \frac{F_1 (p - p_1 \varepsilon^n) + b\, p\, \delta\, n}{1 - \varepsilon^n}.$$

Differenziirt man k nach n und setzt den Differenzialquotienten $=$ Null, so ergiebt sich, dass k zu einem Minimum wird für

$$24.\quad \left[\frac{F_1}{b\,\delta}\left(1-\frac{p_1}{p}\right)+n\right]\varepsilon^n \operatorname{lognat}\varepsilon + (1-\varepsilon^n) = 0,$$

welche Gleichung nach einer der bekannten Näherungsmethoden nach n aufzulösen sein würde.

Nehmen wir z. B. $p = 0,3\,p$, $7 = 5$ an, so wird $\varepsilon = \frac{100}{105} = 0,9524$, log nat ε $= -\,0,04879$, also

$$0.04879\left(0.7\,\frac{F_1}{b\,\delta}+n\right)0,9524^n = 1 - 0.9524^n,$$

wonach die folgende Tabelle berechnet ist:

$\frac{b\,\delta}{F_1}$	b Millim.	n	$\frac{n\,b\,\delta}{F_1}$	$n\,\delta$ Millim.
0,0005	0,03	92	0,05	3,1
0,0010	0,07	75	0,08	5,0
0,0015	0,10	64	0,10	6,4
0,0020	0,13	60	0,12	8,0
0,0025	0,17	56	0,14	9,4
0,0030	0,20	51	0,15	10,3
0,0040	0,27	48	0,19	12,9
0,0050	0,34	46	0,23	15,5

In der zweiten und fünften Rubrik ist speciell unserem Normalprofile für Stahlschienen entsprechend $F_1 = 37,5\,\square^{cm}$ $b = 56^{mm}$ gesetzt.

Die Abnutzung δ pro Jahr hängt natürlich von der Frequenz ab; je grösser die Frequenz, desto grösser ist δ und desto kleiner ergiebt sich die zweckmässigste Dauer n und desto grösser die Gesammtabnutzung $n\,\delta$.

Ob und in wie weit diese Theorie in der Praxis wirklich Verwendung finden kann, müssen erst weitere Erfahrungen mit Stahlschienen darthun.

§ 4. Anwendungen. — Im Folgenden wollen wir die hauptsächlichsten Anwendungen der entwickelten Regeln besprechen.

1. Vergleich der Schienenformen. Damit die Schiene eine möglichst geringe Querschnittsfläche erhält, muss die Masse möglichst weit von der neutralen Achse entfernt werden. Die Schiene soll also aus zwei durch einen schwachen Steg verbundenen Gurten bestehen. Je höher man die Schiene annimmt, desto kleiner ergiebt sich die Querschnittsfläche, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, da man mit den Dicken der Gurte und des Steges praktisch nicht unter eine gewisse Grenze herabgehen kann. Auch würde bei zu grosser Höhe die Stabilität zu gering werden. Diese zweckmässigste Höhe ist durch die Erfahrung festzustellen. Da die Festigkeit gegen Zug und Druck nahe gleich gross ist, so soll die neutrale Achse nahezu in der Mitte der Höhe liegen; da aber das Schmiedeeisen beim Zerbrechen leichter durch Zerreissen bricht und im mittleren Theile der einzelnen Felder, wo das Moment am grössten wird, die ausgedehnten Fasern unten liegen, so kann die Schwerachse allerdings etwas unterhalb der Mitte liegen, wie es bei den jetzigen breitbasigen Schienen der Fall ist, jedoch nur wenig, da sonst der Kopf, der ohnehin schon directen Beanspruchungen ausgesetzt ist, zu stark beansprucht werden würde. Aus diesem letzten Grunde könnte es allerdings vielleicht räthlich scheinen, die Schwerachse etwas über die Mitte zu legen; die bisherige Praxis giebt darüber aber noch keinen genügenden Aufschluss

und würde diese Bedingung bei den breitbasigen Schienen nur durch einen breiteren Kopf zu erfüllen sein.

Die Brückschienen stehen den breitbasigen Schienen nach, weil sie zwei Stege haben; obwohl man theoretisch beide Stege zusammen nicht stärker zu halten braucht, als bei den breitbasigen Schienen, so geht dies praktisch nicht an; eine grosse Höhe würde ebenfalls praktische Schwierigkeiten bieten.

Die symmetrischen Stuhlschienen stehen ebenfalls einigermaassen den breitbasigen nach, weil die Bedingung der möglichsten Entfernung des Materials von der Schwerachse im Fusse besser erfüllt ist, als im untern Kopfe.

Die zusammengesetzten Schienen mit verticaler Trennungsfläche sind fast in gleicher Weise zu beurtheilen, wie die Brückschienen, weil sie ebenfalls zwei Stege haben; jedoch haben sie den Vortheil, dass man sie höher halten kann.

Die zusammengesetzten Schienen mit getheilter Höhe würden sich wie ganze Schienen verhalten, wenn die gegenseitige Verschiebung der einzelnen Theile durch Vernietung etc. verhindert werden könnte. Da dies aber des Temperatureinflusses wegen nicht angeht, so ist die Tragkraft der zusammengesetzten Schienen gleich der Summe der Tragkräfte der einzelnen Theile, d. i. bedeutend geringer, als die Tragkraft der aus dem Ganzen gedachten Schiene.

Im Folgenden sind zum Vergleiche die Höhen und Gewichte verschiedener Schienen für eine Tragkraft von 6500 Kilogr. zusammengestellt.

Profilform.	Höhe. Millim.	Gewicht pro Meter. Klgr.	Horizontal-Tragkraft. Klgr.
Breitbasige Schienen	122	36	2500
Symmetrische Stuhlschienen . . .	129	38	1800
Unsymmetrische Stuhlschienen . .	154	39	1000
Brückschienen.	120	40	3000
Vertical getheilte Schienen . . .	120	40	2000
Rechteckiges Profil von 60mm Breite	119	55	3000
Horizontal getheilte Schienen . .	135—163	50—75	—

2. Berechnung der Dimensionen für eine gegebene Tragkraft. Eine directe Berechnung ist wegen der Complicirtheit der Form unmöglich. Am besten kommt man zum Ziele, wenn man zunächst die Dimensionen annimmt, wobei die bisherigen Ausführungen genügenden Anhalt bieten und nun nach Construction des Profiles nach § 1 die Tragkraft G' berechnet. Setzt man in 1 $M = 0,189\, G'\, l$, so ergiebt sich

$$25. \quad G' = 5,261\, \frac{K\, W}{l\, a}.$$

Wenn sich dieselbe grösser oder kleiner ergiebt, als die gegebene Tragkraft G, so wird man ein zweites Profil mit geänderten Dimensionen construiren und abermals die Tragkraft G'' berechnen. Die Unterschiede der anzunehmenden Dimensionen gegen die angenommenen müssen sich alsdann wie $G - G' : G'' - G$ verhalten, so dass sich das richtige Profil leicht durch eine Interpolation ergiebt.

In dieser Weise sind die vorgeschlagenen Normalprofile für eine Tragkraft von *6500* Klgr., für einen Sicherheitscoëfficienten von *750* und *1000* Klgr. pro □cm und eine Schwellenentfernung von *0,95*m entstanden.

Bei ähnlichen Querprofilen würde für Eisenschienen $W = 0,03718\, h^4$, $a = 0,521\, h$, daher, wenn man $M = 0,189\, G\, l$, $K = 750$ setzt.

$$26.\ h = 0{,}700 \sqrt[3]{G\,l}.\quad F = 0{,}285\ h^2 = 0{,}1397 \sqrt[3]{G^2 l^2}.$$

Für Stahlschienen würde bei einer Abnutzung des Kopfes von $0{,}05\,h$: $W = 0{,}03025\ h^4$, $a = 0{,}511\ h$, wenn h die ursprüngliche Höhe bezeichnet. Daher wird für $M = 0{,}189\ G\,l$, $K = 1000$ Klgr. pro □^{cm}:

$$26\text{a}.\ h = 0{,}684 \sqrt[3]{G\,l},\quad F = 0{,}273\ h^2 = 0{,}1276 \sqrt[3]{G^2 l^2}.$$

Hierin bedeuten h und l Millimeter, G Kilogramm.

Die Stegdicke ist nach Formel 22 zu bestimmen. Zwar hängen W und S_1 einigermaassen von der Stegdicke ab, jedoch hat diese nur wenig Einfluss. Für unsere Normalprofile ergiebt sich $S_1 = 105{,}2$ und $74{,}8$, daher wird nach Formel 22, wenn wir $l = 95^c$ und bezüglich $a = 6{,}77$ und $6{,}26$ setzen, $d = 1{,}33$ und $d = 1{,}03$. Der Steg unterliegt ausser den in Rechnung gebrachten Beanspruchungen noch einer directen verticalen Zusammenpressung, deren genaue Bestimmung aber zur Zeit noch nicht gelungen ist, obwohl sich nachweisen lässt, dass sie gegen die Schubspannungen klein ist. Ferner wird der Steg durch seitlich wirkende Kräfte auch noch auf Bruch und Torsion beansprucht; jedoch entziehen sich diese Beanspruchungen ebenfalls einer genauen Bestimmung. Daher ist es zweckmässig, die Dicke grösser, und zwar etwa $1{,}2$mal so gross anzunehmen, als sich nach Formel 18 ergiebt. Wir haben daher 15 und 13^{mm} als Stegdicke angenommen. Bei Profilen, welche am Fusse und Kopfe ähnlich sind, wird nahezu $S_1 = 0{,}0479\ h^3$, $0{,}0462\ h^3$, daher, wenn wir d $1{,}2$mal grösser nehmen, für Eisen und Stahl (d und h in Millimeter):

$$27.\ d = 0{,}00088\ h^2$$

Die seitlich wirkenden Kräfte allein würden, wie Versuche Weber's nachgewiesen haben, eine wesentlich geringere Dicke fordern.

§ 5. Festigkeit der Laschenverbindungen. — Zur Bestimmung der Beanspruchung der Laschen ist es zunächst nöthig, das am Stosse wirkende Moment zu bestimmen, wobei wir voraussetzen, dass durch die Laschen eine vollkommene Continuität erreicht werde. Eine Herleitung der Ausdrücke wollen wir indess übergehen und uns mit der Anführung der Resultate begnügen. Hierbei bezeichne l_1 die Längen der Felder am Stosse, l die Längen der Mittelfelder, ε das Verhältniss $\frac{l_1}{l}$ und M_1 das Moment am Stosse.

a. Ruhende Stösse. Das Moment am Stosse wird am grössten, wenn neben dem Stosse in der Entfernung $0{,}36\ l_1$ bis $0{,}38\ l_1$ eine Last liegt, vorausgesetzt, dass der Radstand $> 1{,}46\ l_1$ bis $1{,}38\ l_1$ ist: und wenn ausserdem die übrigen Felder in der Tafel XVII, Fig. 1 gezeigten Weise belastet sind. Für die Verhältnisse $\varepsilon = 0{,}6$, $0{,}8$, $1{,}0$ wird bezüglich $M_1 = 0{,}058\ G\,l_1$, $0{,}078\ G\,l_1$, $0{,}098\ G\,l_1$ und hiernach allgemein annähernd

$$28.\ M_1 = 0{,}0974\ \varepsilon\ G\,l_1 = 0{,}0974\ \varepsilon^2\ G\,l.$$

b. Schwebende Stösse. Das Moment am Stosse wird am grössten, wenn eine Last direct über dem Stosse liegt und wenn die übrigen Felder in der Tafel XVII, Fig. 6 angegebenen Weise belastet sind. Für die Verhältnisse $\varepsilon = 0{,}4$ $0{,}6$ $0{,}8$ wird bezüglich $M_1 = 0{,}217\ G\,l_1$, $0{,}204\ G\,l_1$, $0{,}195\ G\,l_1$ und hiernach allgemein annähernd

$$29.\ M_1 = \frac{0{,}259 + 0{,}248\ \varepsilon}{1 + 1{,}733\ \varepsilon}\ G\,l.$$

Es bezeichne nun W, W_1 die Trägheitsmomente, e, e_1 die Abstände der gespanntesten Fasern von der horizontalen Schwerachse, K, K_1 die grössten Spannungen in der Schiene und in der Lasche. Alsdann ist

$$K W = M e, \; K_1 \; W_1 = M_1 \; e_1.$$

Sollen nun die Laschen dieselbe Festigkeit bieten, wie die Schiene, so ist bei gleichem Materiale $K = K_1$, also

$$30. \quad \frac{M_1}{M} = \frac{W_1 \; e}{W \; e_1}.$$

Nehmen wir für Eisenschienen das auf Tafel XVI in Fig. 3 dargestellte Laschenprofil an, so wird $W_1 = 166$, $e_1 = 4{,}297^{cm}$; setzen wir ausserdem $W = 1062$, $e = 6{,}229$, so wird

$$M_1 = 0{,}227 \; M.$$

Setzen wir $M = 0{,}189 \; G \; l$ und für M_1 die Ausdrücke 22 und 23, so giebt die Reduction auf ε für ruhende Stösse $\varepsilon = 0.664$ und für schwebende Stösse $\varepsilon = 0.186$, während man in der Praxis in der Regel bezüglich $\varepsilon = 0.8$ und $\varepsilon = 0.6$ macht. Alsdann aber wird

$$\frac{K_1}{K} = \frac{M_1}{M} \frac{W e_1}{W_1 \; e} = 4{,}41 \frac{M_1}{M}.$$

Bei ruhenden Stössen wird für $\varepsilon = 0{,}8$: $M = 0{,}078 \; G \; l_1 = 0{,}0624 \; G \; l$, $M = 0.189 \; G \; l$ also:

$$K_1 = 1{,}46 \; K.$$

Bei $6{,}9$ facher Bruchsicherheit der Schienen würden Schmiedeeisenlaschen eine etwa nur 4.7 fache Bruchsicherheit, Stahllaschen aber eine mindestens 6.3 fache Sicherheit haben.

Bei schwebenden Stössen wird für $\varepsilon = 0.6$ $M_1 = 0.204 \; G \; l_1 = 0{,}122 \; G \; l$. $M = 0{,}189 \; G \; l$, daher

$$K_1 = 2{,}85 \; K.$$

Bei 6.9 facher Bruchsicherheit der Schienen würden daher Schmiedeeisenlaschen eine etwa 2.4 fache, Stahllaschen aber eine mindestens $3{,}2$ fache Sicherheit bieten.

Wir haben hierbei die Entfernung der Mitten der Schwellen als freie Spannweite angenommen, was nicht ganz richtig ist. Indessen darf man wegen der Nachgiebigkeit des Holzes auch nicht die Entfernung der Schwellen als Spannweite annehmen. Thut man dies indess, so ergiebt sich bei ruhenden Stössen $K_1 = 0.95 \; K$. also bei Schmiedeeisenlaschen $7{,}3$, bei Stahllaschen $9{,}7$ fache Sicherheit und bei schwebenden Stössen $K_1 = 2{,}21 \; K$, also bei Schmiedeeisenlaschen $3{,}1$, bei Stahllaschen 4.2 fache Sicherheit. Durch das Eindrücken der Schwellen wird die Beanspruchung der ruhenden Stösse noch etwas vermindert, die der schwebenden Stösse aber etwas erhöht; hierbei ist indess zu beachten, dass hierdurch auch die Beanspruchung der Schienen selbst erhöht wird. Leider sind bis jetzt noch keine Versuche angestellt oder wenigstens nicht veröffentlicht, welche hierüber genügende Klarheit herbeiführen würden. Der Erfahrung gemäss lässt sich indess wohl annehmen, dass die Sicherheit, welche die üblichen Laschenverbindungen bieten, für ruhende und schwebende Stösse eine genügende ist. Immerhin kann eine Verstärkung der Laschen von Vortheil sein, indem hierdurch die Wirksamkeit derselben hinsichtlich der Mässigung der Stösse erhöht wird.

Wenn die Laschenverbindung durch Brechen oder Lösen der Laschen aufgehoben wird, so wird das grösste Moment bei ruhenden Stössen $= 0.219\ G\ l$, also für $l_1 = 0.8\ l$ gleich $0.175\ G\ l$ und bei schwebenden Stössen $= 0,5\ G\ l_1$, also für $l_1 = 0.6\ l$ gleich $0.300\ G\ l$. Im ersten Falle findet also eine Vergrösserung des Momentes nicht statt, während im zweiten eine relative Vergrösserung um $\frac{0,300}{0,189} = 1.59$ stattfindet, so dass im zweiten Falle die $6,9$fache Bruchsicherheit auf eine nur $\frac{6,9}{1.59} = 4,3$fache reducirt würde. Auf eine kurze Dauer würde auch im zweiten Falle trotz der grösseren Heftigkeit der Schläge am Stosse eine Gefahr des Bruches der Schiene nicht eintreten.

§ 6. Durchbiegung. — a. Mittelfeld. Für einen an beiden Enden frei aufliegenden Stab, welcher in der Mitte mit G belastet ist, ist die Durchbiegung

$$y = \frac{G\ l^3}{48\ E\ W} = 0.0208\ \frac{G\ l^3}{E\ W},$$

wenn E den Elasticitätscoëfficienten bezeichnet. Ist der Stab aber an den Enden horizontal eingespannt, so ist die Durchbiegung

$$y = \frac{G\ l^3}{192\ E\ W} = 0.0052\ \frac{G\ l^3}{E\ W}.$$

Die Schienen befinden sich in einem mittleren Zustande, so dass für sie ungefähr $y = 0.0130\ \frac{G\ l^3}{E\ W}$ würde. Die genauere Bestimmung nach der Theorie der continuirlichen Träger giebt das hiermit fast genau übereinstimmende Resultat

$$31.\quad y = 0,0132\ \frac{G\ l^3}{E\ W}.$$

Setzen wir $K\ W = M\ a = 0.189\ G\ l\ a$, so können wir auch setzen

$$32.\quad y = 0,0698\ \frac{K\ l^2}{E\ a}.$$

Dies giebt für $K = 750$ und $E = 2040000$ Klgr. pro $\square^{cm}$.

$$33.\quad \frac{y}{l} = 0,0000257\ \frac{l}{a}.$$

Für $l = 950^{mm}$ und $a = 62.29^{mm}$ wird

$$y = 0.372^{mm} = 0,0004\ l = \frac{l}{2500}.$$

b. Endfelder. Wenn am ruhenden Stosse keine Laschenverbindung vorhanden wäre, so würde die Durchbiegung eines Endfeldes $\frac{0.018\ G\ l_1^3}{E\ W}$, oder, da $l_1 = 0,8\ l$ ist, $= 0.0092\ \frac{G\ l^3}{E W}$, also kleiner, als die eines Mittelfeldes; in Folge der Laschenverbindung wird sie noch kleiner.

Wenn am schwebenden Stosse keine Laschenverbindung vorhanden ist, so ist die grösste Senkung, wenn unmittelbar neben dem Stosse eine Last liegt und die übrigen Felder abwechselnd belastet sind,

$$34.\quad y = \frac{G\ l_1}{24\ E\ W}\ [l_1^2 + 1.75\ l\ l_1 + 0,142\ l^2].$$

Hiernach wird für $l_1 = 0{,}6\ l$

$$y = 0{,}180 \frac{G\,l_1^3}{E\,W} = 0{,}0388 \frac{G\,l^3}{E\,W},$$

also die Senkung nahezu dreimal so gross, als in einem Mittelfelde.

Ist die Laschenverbindung vorhanden, so ergiebt sich unter der Annahme einer vollständigen Continuität für $l_1 = 0{,}4\ l,\ 0{,}6\ l,\ 0{,}8\ l$ bezüglich $y = 0{,}0167,\ 0{,}0151,\ 0{.}0140 \frac{G\,l_1^3}{E\,W}$ oder $= 0{,}00106,\ 0{,}00326,\ 0{,}00717 \frac{G\ l^3}{E\,W}$; in dem gewöhnlichen Falle, wo $l_1 = 0{,}6\ l$ ist, würde die Senkung sonach nur $1/4$ von der Senkung in einem Mittelfelde sein.

Indessen entsprechen die Laschen der Bedingung der vollkommenen Continuität in Durchbiegung nur sehr wenig, wie mannigfache Versuche dargethan haben. Wir geben beispielsweise in folgender Tabelle einige Versuche Weber's mit Schienen der Sächsischen Staatsbahnen:

Druck in der Mitte.	Frei aufliegende Schiene. 0,914 m. frei	Frei aufliegende Schiene. mit verlascht. schw. Stoss 0,914 m. frei.	Continuirlich in gewöhnl. Weise auf Schwellen genagelte Schiene 0m,975 frei.	Continuirlich in gewöhnl. Weise auf Schwellen genagelte Schiene mit verlascht. schw. Stoss 0m,610 frei.
Kilogramm.	Millimeter.		Millimeter.	
1000	0,56	0,85	0,10	0,10
2000	0,75	1,69	0,20	0,19
3000	0,98	2,82	0,30	0,28
4000	1,35	7,84	0,55	0,56
5000	1,87	11,25	0,68	0,68

Hiernach würde die Durchbiegung am schwebenden Stosse für das Verhältniss $l_1 = 0{,}62\ l$ nahezu ebenso gross, als in einem mittleren Felde; sie würde sich hiernach also fast *4*mal so gross herausstellen, als bei vollkommener Continuität.

Durch die Geschwindigkeit der Züge wird die Durchbiegung nahezu in demselben Verhältnisse vergrössert, wie das Moment nach § 1, 4.

§ 7. Bruchfestigkeit zusammengesetzter Schienen. — Wir setzen voraus, dass die einzelnen Theile einer zusammengesetzten Schiene so mit einander verbunden seien, dass jeder seine Länge unabhängig vom andern ändern kann, was, falls die Stösse in den einzelnen Theilen abwechseln, des Einflusses der Temperatur wegen immer der Fall sein soll. Alsdann wird sich das nach dem Gesagten zu bestimmende grösste Moment M in mehrere auf die einzelnen Theile wirkenden Momente $M_1, M_2 \ldots$ zerlegen. Die Trägheitsmomente für die horizontalen Schwerachsen der einzelnen Theile seien $W_1, W_2 \ldots\ldots$, die Elasticitätscoëfficienten $E_1, E_2 \ldots\ldots$ und der gemeinschaftliche Krümmungsradius r. Alsdann ist

$$35. \begin{cases} M = M_1 + M_2 + M_3 \ldots\ldots \\ \frac{1}{r} = \frac{M_1}{E_1\,W_1} + \frac{M_2}{E_2\,W_2} + \frac{M_3}{E_3\,W_3} \ldots\ldots \end{cases}$$

Aus den letzteren Gleichungen folgt $M_2 = \frac{E_2\,W_2}{E_1\,W_1} M_1,\ M_3 = \frac{E_3\,W_3}{E_1\,W_1} M_1 \ldots\ldots$; dies in die erste eingesetzt, giebt

$$36. \begin{cases} M_1 = \dfrac{W_1 E_1 M}{E_1 W_1 + W_2 E_2 + \cdots\cdots} \\ M_2 = \dfrac{E_2 W_2 M}{E_1 W_1 + E_2 W_2 + \cdots\cdots} \end{cases}$$
u. s. f.

Bei gleichem Materiale wird

$$37.\ M_1 = \frac{W_1 M}{W_1 + W_2 + \cdots\cdots},\quad M_2 = \frac{W_2 M}{W_1 + W_2 + \cdots\cdots}\ \text{u. s. f.}$$

Die Spannungen der gespanntesten Fasern, wenn a_1, a_2 ..... deren Abstände von den einzelnen neutralen Achsen bezeichnen, sind

$$N_1 = \frac{M_1 a}{W_1},\ N_2 = \frac{M_2 a_2}{W_2} \cdots\cdots \text{d. i.}$$

$$N_1 = \frac{M_1 a_1}{W_1 + W_2 + \cdots\cdots},\ N_2 = \frac{M_2 a_2}{W_1 + W_2 + \cdots\cdots}\ \text{u. s. f.}$$

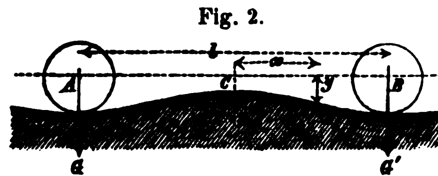
Die grösste Spannung entspricht dem grössten der Abstände a_1, a_2 .....; ist derselbe $= a$, so ist die Festigkeitsbedingung

$$38.\ K = \frac{M a}{W_1 + W_2 + \cdots\cdots}.$$

Hier kommt also nicht das Trägheitsmoment der ganzen Fläche, sondern die offenbar kleinere Summe der Trägheitsmomente der einzelnen Theile in Frage.

§ 8. Theorie der Langschwellensysteme. — Wenn man die Voraussetzung macht, dass die Eindrückung der Schwelle in die Bettung an einem beliebigen Punkte (Fig. 2) dem hier herrschenden Drucke p pro Flächeneinheit proportional ist, so lässt sich die Beanspruchung der Schwelle leicht bestimmen. Ist die Eindrückung $= y$, so können wir

Fig. 2.



$$p = C y$$

setzen, wenn C einen vom Bettungsmateriale abhängigen Erfahrungscoëfficienten bezeichnet. Bezeichnet ferner G den Druck eines Rades, W das Trägheitsmoment des Querschnitts, b die Breite der Grundfläche, E den Elasticitätscoëfficienten der Schwelle, so ist der Druck pro Längeneinheit $= p\,b = C\,b\,y$, mithin die Differenzialgleichung der elastischen Linien (Winkler's Lehre von der Elasticität und Festigkeit, S. 64):

$$E\,W \frac{d^4 y}{d x^4} = -\ C\,b\,y \text{ oder } \frac{d^4 y}{d x^4} = -\ 4\,k^4\,y,$$

wenn man zur Abkürzung $k = \sqrt[4]{\dfrac{C b}{4 E W}}$ setzt.

Auf eine Ausführung der Integration wollen wir hier nicht eingehen. Wir bemerken nur, dass die direct erhaltenen Formeln wenig übersichtlich sind, dass sich aber aus ihnen durch Verwandlung in Reihen einfache Formeln ableiten lassen, welche wir im Folgenden zusammenstellen.

Bezeichnen wir den Druck pro Flächeneinheit der Basis in der Mitte zwischen zwei Lasten mit p_0, den einer Last selbst mit p_1 und die Momente an diesen Stellen mit M_0 und M_1, so ist

$$39. \begin{cases} p_0 = \frac{G\,k}{b} e^{-k\,l} (\sin k\,l + \cos k\,l), \\ p_1 = \frac{G\,k}{2\,b} = \frac{G}{2\,b} \sqrt[4]{\frac{C\,b}{4\,E\,W}}; \end{cases}$$

$$40. \begin{cases} M_0 = \frac{G}{2\,k} e^{-k\,l} (\sin k\,l - \cos k\,l), \\ M_1 = -\frac{G}{4\,k} = \frac{1}{4} G \sqrt[4]{\frac{4\,E\,W}{C\,b}}. \end{cases}$$

Für $k\,l = 1, 2, 3$ ergiebt sich beispielsweise:

	Genau.		Annähernd:		
$k\,l = 1.$	$p_0 = +\,1.1572$	$p_1 = 1.086$	$p_0 = +\,1.0080$	$p_1 = 1.$	$\frac{G\,k}{2\,b}.$
	$M_0 = -\,0.3224$	$M_1 = 0.651$	$M_0 = -\,0.2284$	$M_1 = 1. -$	$\frac{G}{4\,k}.$
$k\,l = 2.$	$p_0 = +\,0.1568$	$p_1 = 0.950$	$p_0 = +\,0.1333$	$p_1 = 1.$	$\frac{G\,k}{2\,b}.$
	$M_0 = -\,0.3526$	$M_1 = 1.003$	$M_0 = -\,0.3586$	$M_1 = 1. -$	$\frac{G}{4\,k}.$
$k\,l = 3.$	$p_0 = -\,0,0846$	$p_1 = 1.003$	$p_0 = -\,0.0846$	$p_1 = 1.$	$\frac{G\,k}{2\,b}.$
	$M_0 = -\,0.1128$	$M_1 = 1,006$	$M_0 = -\,0.1126$	$M_1 = 1. -$	$\frac{G}{4\,k}.$

Hieraus geht hervor, dass die Näherungsformeln für die Praxis für Werthe von $k\,l$, welche grösser als 1 sind, hinreichende Genauigkeit liefern. Hierbei ist aber zu beachten, dass für den Fall, dass $k\,l > \frac{3}{4}\pi$, d. i. $> 2,356$ ist, p_0 negativ ausfällt, d. h. dass sich alsdann die Schiene von der Unterlage abhebt, so dass alsdann unsere Theorie keine Gültigkeit mehr hat, da sie ein vollkommenes Aufliegen der Schienen voraussetzt.

Nach den Versuchen Weber's drückt sich eine Schwelle von 19 bis 30^{cm}, im Mittel, $21,4^{cm}$ Breite durch eine Last von 12000 Kilogr. $0,05$ bis $0,6^{cm}$, im Mittel $0,25^{cm}$ in die Bettung ein. Hiernach würde sich C zu 4 bis 45, im Mittel zu 9 berechnen. Da sich hierbei aber die Schwelle ungleichmässig eingedrückt hat, so wird C eigentlich etwas grösser sein. Bei den angeführten Langschwellenoberbauen ist $b = 12$ bis 33, im Mittel $= 25^{cm}$, $W = 700$ bis 3900, im Mittel 2100; setzen wir ausserdem den Radstand $= 135$ bis 165^{cm}, so ergiebt sich $k\,l = 0.9$ bis $3,7$, im Mittel $1,6$. Man wird daher mit hinreichender Genauigkeit von den Näherungsformeln Gebrauch machen können. Nach diesen wird der grösste Druck p_1 auf die Bettung pro Flächeneinheit und das grösste Moment M_1, wenn wir zur Abkürzung den constanten Coëfficienten $\sqrt[4]{\frac{E}{64\,C}}$ mit A bezeichnen:

$$41.\ p_1 = \frac{G}{8\,A\sqrt[4]{W\,b^3}}.$$

$$42.\ M_1 = A\,G\sqrt[4]{\frac{W}{b}}.$$

Besteht die Schiene aus mehreren Theilen, so ist nach § 7 bei gleichem Elasticitätscoëfficienten für W die Summe der Trägheitsmomente der einzelnen Theile zu setzen. Ist unter allen Theilen e der grösste Abstand der gespanntesten Faser von der horizontalen Schwerachse, so ist die grösste vorkommende Spannung N

$$43. \quad N = \frac{M_1 e}{W} = \frac{A G e}{\sqrt[4]{W^3 b}}.$$

Setzt man N gleich dem Sicherheitscoëfficienten K_1, so erhält man die Festigkeitsbedingung zur Bestimmung der Tragkraft oder der Querschnittsdimensionen. Für ähnliche Querschnitte würde sich, wenn man $e = \alpha b$, $W = \beta b^4$ und die Querschnittsfläche $F = \gamma b^2$ setzt, ergeben:

$$b = \sqrt[9]{\frac{\alpha^4 A^4 G^4}{\beta^3 K^4}}, \quad F = \gamma b^2 = \gamma \sqrt[9]{\frac{\alpha^8 A^8 G^8}{\beta^6 K^8}}.$$

Für eine Reihe von Systemen ist hiernach folgende Tabelle berechnet, wobei die Anordnung nach den Zahlen der letzten Rubrik getroffen ist. In der 10. und 12. Rubrik ist für Eisen $K = 750$, für Stahl $K = 1000$ Kilogr. pro □cm gesetzt.

No.	System	Vorh. Fläche F.	Trägheitsmoment Oberschien. W_1	Trägheitsmoment Unterschiene W_2	Trägheitsmoment Summe W	Breite b	Abstand d. gesp. Faser e	Grösste Spannung N		Grösst. Druck auf die Basis p_1	Nöthige Fläche F_0
	Tafel XIV.										
1	Scheffler	84	89	1016	1105	26,8	8,7	0,200	0,267	0,184	3,35
2	Daelen (Fig. 23)	76	59	1150	1209	29,0	9,7	0,204	0,272	0,170	3,08
3	Hannover (Fig. 21 u. 22)	96	170	2128	2298	30,4	11,7	0,150	0,200	0,139	2,97
4	Scheffler (Fig. 18 u. 19)	84	150	1658	1808	28,0	10,9	0,171	0,228	0,158	2,85
5	Heusinger v. Waldegg (Fig. 19—24, Taf. XV)	60	187	374	561	31,0	6,5	0,241	0,341	0,196	2,80
6	Köstlin und Battig (Fig. 20, Taf. XIV)	70	121	790	911	31,5	7,8	0,199	0,171	0,265	2,77
7	Hohenegger (Fig. 13—15, Taf. XV)	70	723	176	899	26,2	6,5	0,165	0,165	0,188	2,48
8	Rheinische Bahn [1]	57	917	9	926	25,0	7,8	0,208	0,277	0,203	2,35
9	Hilf (Figur 3—11, Tafel XV)	65	474	81	554	30,0	5,8	0,217	0,217	0,201	2,16
10	Winkler [2] (Figur 12, Taf. XV)	78	6	2837	2843	18,0	10,3	0,128	0,171	0,196	2,10
11	Barlow (Fig. 13, Tafel XIV)	61	—	—	1276	30,0	7,4	0,148	0,194	0,163	1,81
12	Hartwich (Fig. 16, Tafel XIV)	53	—	—	3311	11,8	10,7	0,132	0,176	0,259	1,43
13	Hartwich (Fig. 17, Tafel XIV)	57	—	—	4671	12,4	12,3	0,116	0,155	0,229	1,40
		□cm	Centimeter			Centimeter		$\frac{A G}{10}$	$\frac{AGK}{1000}$	$\frac{G}{100 A}$	$\sqrt[9]{A^8 G^8}$

Der angegebene Abstand bei der gespanntesten Faser von der horizontalen Schwerachse bezieht sich für die Systeme *3*, *6*, *9*, *10* auf die Oberschiene, für alle übrigen Systeme auf die Unterschiene, resp. ganze Schiene.

Hiernach würde die Beanspruchung (N) bei den Hartwich-Schienen am kleinsten, beim System Hilf und Heusinger v. Waldegg am grössten sein: der

[1] Vergl. Winkler's Vorträge über Eisenbahnbau, 3. Aufl., § 154, Fig. 261, S. 193.

[2] Desgl. Fig. 269, S. 199.

Druck auf die Grundfläche pro Flächeneinheit ergiebt sich dagegen bei den Hartwich-Schienen am grössten, bei dem Hannover'schen Systeme am kleinsten. Bei gleicher Beanspruchung würden die Hartwich-Schienen die kleinste, das eine System Scheffler's und das System Daelen die grösste Querschnittsfläche beanspruchen.

Setzt man nach dem Obigen $C = 4$ bis 45, im Mittel $= 9$, $E = 2040000$ Kilogr. pro □cm, so wird $A = 9{,}5$ bis $5{,}1$ im Mittel $7{,}7$. Für $G = 6500$ Kilogr. ergiebt sich hiernach, da $N = 0{,}012\ A\ G$ bis $0{,}029\ A\ G$, im Mittel $0{,}018\ A\ G$ ist,

$N = 398$ bis 1360, im Mittel 900 Kilogr. pro □cm.

Um aus dieser Theorie weitere bestimmtere Folgerungen in Betreff der zu wählenden Dimensionen ziehen zu können, sind weitere Erfahrungen abzuwarten und weitere Versuche mit dem Langschwellensysteme selbst, namentlich in Betreff der durch bestimmte Lasten erzeugten Eindrückungen in die Bettung, anzustellen.

§ 9. Anwendung auf Querschwellen. — Dieselben Regeln können, wenn auch mit minder grosser Genauigkeit, auch für Querschwellen verwendet werden.

Wir haben in folgender Tabelle die Berechnungsresultate für einige Querschwellenformen zusammengestellt; hierbei sind die Holzschwellen 25^{cm} breit, 16^{cm} hoch, die Vautherinschwellen unten 24^{cm} breit, oben 8^{cm} breit, in den Stegen $0{,}65^{cm}$, in den Füssen und im Kopfe $0{,}8^{cm}$ dick angenommen. Der Sicherheitscoëfficient ist für Holz und Eisen bezüglich 60 und 750 Kilogr. pro □cm, der Elasticitätscoëfficient bezüglich 12000 und 2040000 Kilogr. pro □cm angenommen.

System	Querschn.-fläche F	Trägheits-moment W	Breite d. Basis b	Abstand der gespannt-Faser a	Grösste Spannung N		Grösster Druck auf d. Basis p_1	Nöthige Fläche F_0
Holzschwellen.	400,0	8533	25	8,0	0,08	0,125	0,625	1,051
Vautherin 6,8cm hoch .	20,9	114	24	3,4	1,66	0,222	0,934	0,092
- 10cm hoch . .	24,4	319	24	5,2	1,18	0,157	0,722	0,078
Winkler [3]	22,2	235	15	4,9	1,57	0,209	1,108	0,092
Lazar	17,3	48	20	5,1	5,00	0,667	1,329	0,201
	□cm	Centim.	Centim.		BG	$\frac{BGK}{100}$	$\frac{G}{1000\,B}$	$\sqrt[9]{B^8\,G^8}$

Hierin ist $B = \frac{1}{4\sqrt[4]{46}} = \frac{A}{\sqrt[4]{E}}$ gesetzt. Hiernach würden die eisernen Schwellen verhältnissmässig stärker beansprucht, als die üblichen Holzschwellen. Auch die Druckvertheilung gestaltet sich an den Holzschwellen günstiger. Der nothwendige Querschnitt ist für Eisenschwellen bei günstiger Querschnittsform ungefähr $^1/_{10}$ von dem der Holzschwellen.

Wollte man die Holzschwellen oder irgend ein anderes bestehendes System der Berechnung der Querschwellen zu Grunde legen, so müsste, damit sowohl die grösste Spannung N, als auch der grösste Druck p_1 pro Flächeneinheit einen angenommenen Werth annimmt, wenn C und C_1 Constante bedeuten,

$$\frac{K\sqrt[4]{W^3\,b}}{Ga\sqrt[4]{E}} = C, \qquad \frac{\sqrt[4]{E\,W b^3}}{G} = C_1$$

sein. Bei ähnlichen Querprofilen lassen sich beide Bedingungen nicht gleichzeitig erfüllen. Bei achteckigem Querschnitt würden beide Bedingungen nur erfüllt werden,

[3] Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. 3. Aufl., S. 181.

wenn man die Breite proportional dem G und die Höhe constant annimmt. Behält man nur die erste Bedingung bei und wählt die Querschnitte ähnlich, so nimmt auch der Druck p_1 pro Flächeneinheit mit abnehmendem Drucke ab, bleibt jedoch ziemlich constant. Unter dieser Annahme würde z. B. für Holzschwellen, wenn man für einen Raddruck $G = 6500$ Kilogr. die Breite $b = 25^{cm}$, die Höhe $h = 16^{cm}$ annimmt, allgemein

$$b = 0{,}505 \sqrt[9]{G^4}, \quad h = 0{,}323 \sqrt[9]{G^4}.$$

Bei eisernen Schwellen würde, wenn man für Holz $K = 60$, $E = 120000$, für Eisen $K = 750$, $E = 2040000$ Kilogramm pro □cm annimmt, $\frac{750 \sqrt[4]{W^3 b}}{Ga \sqrt[4]{2040000}} = \frac{60 \sqrt[4]{8533^3 . 25}}{6500 \cdot 8 \sqrt[4]{120000}}$, d. i.

$$\frac{\sqrt[4]{W^3 b}}{Ga} = 0{,}0062.$$

Für Vautherin-Schwellen z. B. ist für $h = 0{,}27\,b$: $W = 0{,}000344\,b^4$, $a = 0{,}142\,b$ und für $h = 0{,}42\,b$: $W = 0.000962\,b^4$, $a = 0{,}217\,b$,. Dies eingesetzt, giebt im ersten Falle $b = 0{,}626 \sqrt[9]{G^4}$ und im zweiten $b = 0{,}537 \sqrt[9]{G^4}$. Für $G = 6500$ Kilogr. würde hiernach bezüglich $b = 31{,}0$ und $26{,}0^{cm}$.

§ 10. Kräfte, welche auf die Befestigungsmittel wirken. — Die Kräfte, welche auf die Verbindungen der Schienen mit den Unterlagen wirken, sind sehr verschiedener Natur und zwar leider meist derart, dass sich ihre Grösse nicht genau feststellen lässt. Wir wollen uns im Folgenden, soweit als möglich, mit diesen Kräften bekannt machen und im Allgemeinen erörtern, in welcher Weise es möglich wird, diesen Kräften einen genügenden Widerstand entgegenzusetzen. Wir werden hierbei hauptsächlich das System der breitbasigen Schienen im Auge haben.

a. Seitliche Verschiebung der Schienen. Auf die Schienen kann zunächst eine horizontale, zu den Schienen senkrecht gerichtete Kraft wirken, welche durch das Schleifen und Schwänzeln der Wagen entsteht und welche zum Theil stossweise wirken kann. Diese Kraft überträgt sich theils durch die Reibung zwischen dem Rade und der Schiene, theils durch den Spurkranz. Dem ersten Umstande zufolge kann diese Kraft sowohl nach aussen, als nach innen wirken; der Spurkranz kann natürlich nur nach aussen gerichtete Drücke übertragen. Die Reibung kann nur Drücke bis zu etwa 1/4 des Verticaldruckes übertragen. Weit höhere Drücke, die häufig bis zu 2/3 des Verticaldruckes gehen, und ausnahmsweise in Folge von Zufälligkeiten dieses Maass noch übersteigen können, kann der Spurkranz übertragen. Hiernach sind die nach aussen gerichteten Kräfte, welche eine Spurerweiterung anstreben, im Allgemeinen grösser, als die nach innen gerichteten, welche eine Spurverengung anstreben. Am grössten kann diese Kraft in den Curven werden, theils, weil hier die Unregelmässigkeiten des Gleises im Allgemeinen grösser zu sein pflegen, als in der geraden Strecke, theils, weil hier Ursachen vorhanden sein können, welche die Achsen nach der äusseren oder inneren Schiene drängen.

Dieser Kraft setzt sich theils die Reibung, theils die Befestigung der Schienen entgegen; der erstere Widerstand sei R, der letztere R'.

Bezeichnen wir den Druck einer Achse mit G, den Horizontaldruck einer Achse mit S, die auf die Befestigungsmittel einer Schiene übertragene Horizontalkraft mit H, den Reibungscoëfficienten zwischen Schiene und Schwelle mit f, den zwischen Schiene und Rad mit f_1, so ist

$$H = S - \frac{1}{2}(f + f_1)\, G,$$

weil bei einer Verschiebung einer Schiene, durch den Spurkranz, diese Schiene mit dem Drucke $\frac{1}{2}\,G$ auf der Schwelle und auf der anderen Schiene das Rad ebenfalls mit dem Drucke $\frac{1}{2}\,G$ gleitet. Wir können etwa $f = 0{,}50$ und für trockene Schienen $f_1 = 0{,}25$, für Schienen, welche durch Glatteis sehr glatt geworden sind, $f_1 = 0{,}10$ setzen. Daher ist

im Minimum . . $H = S - 0{,}38\, G$,
im Maximum . . $H = S - 0{,}30\, G$.

Da der Seitendruck bis zu $0{,}67\, G$ steigen kann, so müssen die Befestigungen mindestens einen Widerstand

$$H = 0{,}37\, G$$

bieten. Versuche haben gezeigt, dass die üblichen Befestigungen auf Holzschwellen im Allgemeinen auch keinen wesentlich grösseren Widerstand bieten, sodass schädliche Verschiebungen wirklich eintreten können, wenn mit einem Seitendrucke zufällig eine Entlastung der betreffenden Achse verbunden ist, oder wenn durch Zufälligkeiten der Seitendruck noch grösser wird, als $0{,}67\, G$. Regenwetter und Glatteis begünstigen diese Verschiebungen, weil sie den Widerstand R vermindern.

b. Umkanten der Schiene. Ausser der Verschiebung ist auch ein theilweises oder vollständiges Umkanten der Schienen möglich. Kantet die Schiene A, an welcher der Spurkranz anstreift, so kann die andere Schiene B, in Folge der Reibung zwischen Rad und Schiene, entweder ebenfalls kanten oder das Rad kann auf der Schiene gleiten; zum Gleiten gehört höchstens die Horizontalkraft $\frac{1}{2} \cdot 0{,}25\, G$, zum Kanten aber die Kraft $\frac{1}{2}\,\frac{b}{2h}\, G$, wenn b die Fussbreite, h die Schienenhöhe bedeutet, d. i. etwa $\frac{1}{2} \cdot \frac{11}{2 \cdot 13}\, G = \frac{1}{2} \cdot 0{,}42\, G$, so dass bei der Schiene B ein Gleiten des Rades auf der Schiene anzunehmen ist. Es sei nun V die auf die inneren Befestigungsmittel wirkende Verticalkraft. Der Druck des Spurkranzes gegen die Schiene A ist $S - \frac{1}{2} f_1\, G$, mithin die Gleichgewichtsbedingung gegen Drehung $(S - \frac{1}{2} f_1\, G)\, h = V b - \frac{1}{2}\, G\, \frac{b}{2}$; hieraus folgt

$$V = S\,\frac{h}{b} - \left(\frac{f_1\, h}{2\, b} + \frac{1}{4}\right) G.$$

Für $b = 110^{mm}$, $h = 130^{mm}$, $f_1 = 0{,}10$ bis $0{,}25$ wird hiernach

im Minimum . . $V = 1{,}18\, S - 0{,}40\, G$
im Maximum . . $V = 1{,}18\, S - 0{,}31\, G$.

Nehmen wir wie oben an, dass S den Maximalwerth $0{,}67\, G$ annehmen könne, so wird im Maximum

$$V = 0{,}48\, G.$$

Durch die Eindrückung des Holzes an der äusseren Kante der Schiene wird die Drehungsachse etwas nach innen gerückt und hierdurch V noch vergrössert.

In der That leisten auch die üblichen Befestigungsmittel keinen oder keinen

wesentlich höheren Widerstand. Bei grösseren Seitendrücken kann nun, je nach dem Widerstande der Befestigungsmittel, für beide Bewegungen entweder ein Verschieben oder ein Kanten, oder beides gleichzeitig eintreten.

Die Räder können nach innen eine Horizontalkraft von höchstens $\frac{1}{2} \cdot 0{,}25\ G$ übertragen, während zum Kanten nach innen eine Kraft von etwa $\frac{1}{2} \cdot 0{,}42 G$ nöthig sein würde, so dass ein Kanten nach innen nicht zu befürchten ist.

c. Senkungen der Schienen. Der von den Rädern auf die Schienen ausgeübte Verticaldruck strebt eine Eindrückung der Schienen in die Schwellen und eine Eindrückung der Schwellen in die Unterlagen an. Durch die Eindrückung der Schienen in die Schwellen lösen sich die Nagelköpfe vom Schienenfusse, was insofern einen Nachtheil hat, als hierdurch das Umkanten der Schienen erleichtert wird. Eine kleine Kantung ist wirklich, ohne dass die inneren Nägel nachgeben, möglich; es kann hierbei der Schienenfuss auf die Köpfe der inneren Nägel stossweise wirken, wodurch die Lockerung derselben befördert wird.

Weber fand als Zusammendrückung der Schwellen von 20^{cm} Breite und 15^{cm} Höhe durch Schienen mit $10{,}5^{cm}$ Fussbreite, bei einem ruhenden Gesammtdrucke von *6500* Kilogr., also einem Drucke von *28* Kilogr. pro □ Centim.:

Art der Schwelle.	Zusammendrückung.	
	momentan.	permanent.
	Millimeter.	Millimeter.
Kiefernholz, neue Auflagefläche . . .	3,5— 7,1, im Mittel 5,1	0,7—3,3, im Mittel 1,4
Desgl., alte Auflagefläche	5,6—21,0, - - 9,6	1,4—5,6, - - 3,5
Eichenholz, neue Auflagefläche . .	1,5 — 5,0, - - 3,6	0,2—0,7, - - 0,5
Desgl. alte Auflagefläche	6,3— 7,2, - - 6,8	2,1—3,1, - - 2,6

Hiernach ist die Zusammendrückung unter alten Auflageflächen fast doppelt so gross, als unter neuen; die Zusammendrückung der Eichenholzschwellen ist nur *0,7* der der Nadelholzschwellen.

Die Senkungen der Schienen und Schwellen, so wie die Zusammendrückung der letzteren, welche sich beim Befahren mit *4* bis *6* Meilen Geschwindigkeit zeigten, sind, auf *6,5* Tonnen Druck und 20^{cm} Schwellenbreite reducirt, folgende:

Kiefernholzschwellen	Senkung der Schienen.	Senkung der Schwellen.	Zusammendrücken der Schwellen.
	Millimeter.	Millimeter.	Millimeter.
Minimum	2,5	0,5	1,1
Maximum	9,3	8,1	7,2
Mittel	6,6	2,9	3,8

Diese Zusammendrückungen der Schwellen sind natürlich in Folge der Vertheilung des Druckes auf mehrere Schwellen etwas geringer, als bei ruhender Belastung. Bei beiden Versuchsreihen zeigten alte Schwellen eine stärkere Zusammendrückung, als neue.

d. Aufsteigen der Schienen. Wenn bei einer unterbrochenen Unterstützung der Schienen dieselben derart belastet sind, dass zwischen je zwei belasteten Feldern (Tafel XVII, Fig. 7) zwei unbelastete liegen, so hat die Schiene, in Folge der Durchbiegung durch die Belastung an der zwischen beiden unbelasteten Feldern liegenden Stütze A, das Bestreben, empor zu steigen; sie wird also auf die Befestigungsmittel einen nach oben gerichteten Zug ausüben. Dieser Zug ergiebt sich, unter der Annahme von gleich hohen Stützpunkten, nach der Theorie der continuirlichen Träger für $G = 6500$ Kilogr. an den Stossschwellen schwebender Stösse zu $0{,}41\ G = 2700$ Kilogr., an den Stossschwellen ruhender Stösse zu $0{,}38\ G = 2500$ Kilogr. und an den Mittelschwellen zu $0.27\ G = 1800$ Kilogr.

Da nun aber die Schwellen, welche die belasteten Felder unterstützen, sich wesentlich mehr senken, als die Schwelle A, so wird diese nach oben gerichtete Kraft wesentlich vermindert, in welcher Hinsicht also die Nachgiebigkeit der Schwellen als günstig zu bezeichnen ist. Auf Grund der unter c mitgetheilten Erfahrungszahlen giebt die genaue Berechnung, dass die nach oben gerichtete Kraft nicht nur vollständig vernichtet wird, sondern sogar noch ein nach unten gerichteter Druck auf die zwischen den unbelasteten Feldern liegende Schwelle entsteht.

Sollte aber die Schwelle A sich, durch das Nachgeben der Bettung, gesenkt haben, so dass, durch die bezeichnete Belastungsweise, ein Höhenausgleich der Schwellen eintritt, so wird eine nach oben gerichtete Kraft an der Schwelle A dennoch eintreten.

Somit ist klar, dass der Zustand der Bahn, in Verbindung mit einer ungünstigen Belastungsweise, das Entstehen von nach oben gerichteten Kräften wirklich veranlassen kann. Nur lässt sich jetzt nicht bestimmt angeben, bis zu welcher Grösse dieselben steigen können.

e. Längsverschiebung der Schienen. Die Schiene hat aus mehreren Ursachen eine Tendenz zur Längsverschiebung:

1. Wenn ein Rad die Lücke zwischen zwei Schienen überspringt, so äussert es auf das Ende derjenigen Schiene, auf welche es aufläuft, einen Stoss, welcher eine Verschiebung der Schiene in der Bewegungsrichtung anstrebt. Die Verschiebung kann um so eher eintreten, wenn die Schiene nicht belastet ist, also vor den vorderen Rädern des Zuges.

2. Die Treibräder der Locomotive streben die Schiene in der der Bewegung des Zuges entgegengesetzten Richtung zu verschieben. Diese Kraft der Treibräder kann bei dem Drucke D der Treibräder bis zu $f_1 D$, d. i. bis zu etwa $0{,}25\ D$ gehen, während die auf den Schwellen zu überwindende Reibung $f\ D$, d. i. ungefähr $0{,}5\ D$ ist. Ein directes Verschieben kann sonach nicht eintreten.

Die Räder der Wagen dagegen streben die Schiene in einer der Bewegungsrichtung des Zuges gleichen Richtung zu verschieben. Die von diesen Rädern ausgeübte Kraft ist ebenfalls gleich dem Widerstande, welcher sich der Drehung der Räder bietet, d. i. bei dem Raddrucke D, falls nicht gebremst wird, höchstens $0{,}005\ D$, während die Reibung auf den Schwellen etwa $0{,}5\ D$ ist. Sonach kann auch hier ein directes Verschieben nicht eintreten.

In Folge der Erschütterungen, durch welche sich der Druck auf die Schwellen und hiermit die Reibung periodisch vermindert, würden Verschiebungen dennoch möglich. Wenn die Erfahrung zeigt, dass sich die Schienen in der Bewegungsrichtung des Zuges verschieben, so würde dies sich dadurch erklären lassen, dass sich die Erschütterungen an den Wagenrädern häufiger wiederholen, als an den Treib-

rädern. Indess ist jedenfalls der unter 1 genannte Grund die Hauptursache der Verschiebung.

Der von G. Meyer (Organ für Eisenbahnwesen, 1876, S. 47) ausgesprochenen Meinung, dass der etwas ungleiche Durchmesser der beiderseitigen Räder die Hauptursache sei, weil hierdurch gleitende Reibung entstehe, können wir uns nicht anschliessen, weil das eine Rad nach vorn, das andere nach rückwärts gleitet.

Besonders bemerkbar und lästig wird diese Verschiebung auf denjenigen Gleisen, welche nur nach einer Richtung befahren werden, während die Schienen auf eingleisigen Bahnen hin und her geschoben werden. Durch das Bremsen der Wagenräder wird die Verschiebung in der Bewegungsrichtung des Zuges befördert.

Wenn die Locomotivräder gebremst werden, die Wagenräder nicht, so findet das Umgekehrte statt; die Locomotivräder streben die Schienen in der Richtung des Zuges, die Wagenräder dagegen die Schienen in der entgegengesetzten Richtung zu verschieben. Es ist daher möglich, dass auf einer Steigung die Schienen nach oben verschoben werden.

Werden die Wagenräder gebremst, so erfolgt eine Verschiebung der Schienen in der Zugrichtung, also auf Steigungen thalwärts. Bei eingleisigen Bahnen würden auf Steigungen, auf denen bei der Thalfahrt die Wagenräder gebremst werden, die Verschiebungen der Schienen nach abwärts stärker sein, als die nach aufwärts, so dass hier eine Abwärtsbewegung resultiren würde. Durch das eigene Gewicht der Schienen wird diese Bewegung befördert.

Hieraus geht nun unbedingt die Nothwendigkeit hervor, Mittel anzuordnen, welche eine Längsverschiebung verhindern. Immer aber wird die Tendenz zur Längsverschiebung auf die Befestigung ungünstig einwirken.

3. Auch die Längsveränderung der Schienen, in Folge von Temperaturänderungen, erzeugt durch den festen Anschluss der Befestigungsmittel an die Schienen, in Folge der Reibung zwischen beiden Theilen, eine in der Längsrichtung wirkende Kraft.

§ 11. Haltkraft der Nägel. — 1. Einfluss des Holzes. Der Nagel erhält seine Festigkeit durch die Reibung, welche sich, in Folge des Druckes des gewaltsam auseinander gepressten Holzes, auf der Oberfläche des Nagels erzeugt. Wäre dieser Druck proportional der Verschiebung der Holztheilchen, so würde sich die Haltkraft des Nagels proportional dem Volumen desselben ergeben. Man kann indess den Druck nicht proportional der Verschiebung annehmen, weil das Holz weit über seine Elasticitätsgrenze in Anspruch genommen ist. Versuche haben gezeigt, dass die Haltkraft, innerhalb der beim Oberbaue vorkommenden Grenzen, proportional der Oberfläche des Nagels angenommen werden kann. Bei der im Holze steckenden Oberfläche F können wir die Kraft P zum Ausreissen in der Richtung der Achse des Nagels und die senkrecht hierzu wirkende Kraft Q, welche zum Lockern des Nagels nöthig ist, setzen:

$$P = A\,F, \quad Q = B\,F,$$

worin A und B Erfahrungscoëfficienten bedeuten. Der Coëfficient B wird hierbei aber von der zulässigen seitlichen Verdrückung abhängen.

Der Druck nimmt mit der Zeit ab, theils, weil sich das Holz allmählich gleichsam der neuen Lage accommodirt, theils, weil das Holz nach und nach verrottet. Die Haltkraft des Nagels wird auch durch das fortwährende Rütteln geringer, weil hierdurch das Loch etwas erweitert wird. Anfangs wird der Nagel durch Nachtreiben

wieder fester; später muss das Loch ausgespähnt werden, indem man vor dem Eintreiben des Nagels in das Holz einige Holzspähne steckt.

Nägel, welche zum zweiten Male eingeschlagen werden, halten nicht mehr so fest, weil sie glatter geworden sind.

Nach den Versuchen von Kaven und Funk hat sich für frisch eingeschlagene Nägel im Mittel ergeben:

	Nadelholz.	Eichenholz.
A	= *25* Kilogr. pro □cm.	*50* Kilogr. pro □cm.
B_1	= *19* - - -	*26* - - -
B_2	= *27* - - -	*37* - - -

Hierbei bezieht sich B_1 auf den Seitendruck, welcher zur Verschiebung von *25*mm nöthg ist; B_2 auf denjenigen Seitendruck, welcher zum gänzlichen Ausreissen des Nagels nöthig ist; der erstere Coëfficient würde indess im vorliegenden Falle der maassgebende sein. Hiernach zeigt sich die Haltkraft der Nägel im Eichenholze gegen Längskräfte *2* mal, gegen Seitenkräfte *1,4* mal so gross, als im Nadelholze.

Da die im Holze steckende Oberfläche eines Nagels ungefähr *840*mm ist, so wird sich hiernach, als Haltkraft eines Nagels gegen Längskräfte, für Nadelholz *2100*, für Eichenholz *4200*, gegen Seitenkräfte für Nadelholz *1600*, für Eichenholz *2200* Kilogr. ergeben.

Die seitliche Verdrückung, welche sich bei den Versuchen Funk's bei einem *128*mm tief eingeschlagenen, *122*mm dicken prismatischen Nagel ergab, ist folgende:

Kraft.	Verdrückung.	
	Tannenholz.	Eichenholz.
Kilogr.	Millimeter.	
800	4	2,5
900	6	4
1000	11	5
1100	17	7
1200	24	9
1300	31	12
1400	—	16
1500	—	20
1600	—	23
1700	Ausziehen	26
2300	—	Ausziehen.

2. Einfluss des Nagelquerschnittes. Das Verhältniss der Volumina der Nägel mit den in Fig. 3 dargestellten 4 Querschnitten ergiebt sich bei gleicher Oberfläche und Länge:

Fig. 3.

a b c d

$$a : b : c : d = 1 : \frac{\sqrt{2}+1}{2} : \frac{4}{\pi} : 0,53$$
$$= 1 : 1,21 : 1,27 : 0,53$$

Die nöthigen Dicken würden sich hierbei wie *1* : *1,21* : *1,27* : *1,94* verhalten. Hinsichtlich der seitlichen Verschiebungen, welche durch Verbiegen der Nägel

eintreten, ist hauptsächlich das Trägheitsmoment des Querschnittes maassgebend. Die Trägheitsmomente aber verhalten sich bei gleicher Oberfläche wie

a	b	c	d
1	1,50	1,53	0,28.

Bei gegebener Oberfläche würden also die quadratischen Nägel das kleinste Volumen, die achteckigen und runden Nägel die grösste, die Nägel mit concaven Seiten die geringste Steifigkeit gegen Seitenverbiegungen besitzen, so dass wohl die quadratischen Nägel den meisten Vorzug verdienen.

3. Keilförmige und pyramidale Nägel. Ist φ der Reibungscoëfficient, α der Winkel, welchen eine Seitenfläche mit der Achse des Nagels bildet, so zeigt eine theoretische Betrachtung, dass die Haltkraft gegen Längskräfte bei gleicher Oberfläche beim keilförmigen Nagel im Verhältniss von $1 - \frac{\operatorname{tang}\alpha}{2\varphi}$, beim pyramidalen Nagel im Verhältniss von $1 - \frac{\operatorname{tang}\alpha}{\varphi}$, d. i. bezüglich etwa im Verhältniss $0{,}95$ und $0{,}92$ gegenüber dem prismatischen Nagel vermindert wird. Ist nun a die obere Breite und Dicke, l die Länge, F die Oberfläche und beziehen sich die Indices 1, 2, 3 auf die prismatischen, keilförmigen und pyramidalen Nägel, so ist

$$F_1 = 4\,a_1\,l_1, \qquad F_2 = 3\,a_2\,l_2, \qquad F_3 = 2\,a_3\,l_3;$$
$$V_1 = a_1^2\,l_1, \qquad V_2 = \frac{1}{2}\,a_2^2\,l_2, \quad V_3 = \frac{1}{3}\,a_3^2\,l_3.$$

Damit die Haltkraft gleich gross werde, muss $F_2 = \frac{1}{0{,}95}\,F_1 = 1{,}053\,F_1$, $F_3 = \frac{1}{0{,}9}\,F_1 = 1{,}111\,F_1$ sein. Ausserdem sollen die Nägel oben gleich stark sein, um gegen Verbiegung gleichen Widerstand zu leisten. Alsdann müsste $l_2 = 1{,}40\,l_1$, $l_3 = 2{,}22\,l_1$ sein. Wegen der zu geringen Höhe der Schwellen kann aber nur $l_2 = l_3 = 1{,}2\,l_1$ genommen werden. Dann aber muss $a_2 = 1{,}17\,a_1$, $a_3 = 1{,}85\,a_1$ sein. Alsdann würde

$$V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 0{,}82 : 1{,}37.$$

Sonach haben die keilförmigen Nägel um 18 Procent weniger, die pyramidalen um 37 Procent mehr Material nöthig, als die prismatischen. Hiernach ergiebt sich ferner

$$P_1 = 4\,A\sqrt{\frac{V_1}{l_1}}, \; P_2 = 4{,}030\,A\sqrt{\frac{V_2}{l_2}}, \; P_3 = 3{,}118\,A\sqrt{\frac{V_3}{l_3}}$$
$$= 4\,A\,\frac{V_1}{a_1} \qquad = 5{,}700\,A\,\frac{V_2}{a_2} \qquad = 5{,}400\,A\,\frac{V_3}{a_3}.$$

Sonach ist das Verhältniss der Haltkraft bei gleichem Volumen und gleicher Länge

$$1 : 1{,}008 : 0{,}780$$

und bei gleichem Volumen und gleicher Dicke

$$1 : 1{,}425 : 1{,}350.$$

Funk fand im ersten Falle statt des Verhältnisses $1 : 1{,}008$ das Verhältniss für Tannenholz $1 : 0{,}94$ bis $1 : 1{,}02$, für Eichenholz $1 : 1{,}05$ bis $1 : 1{,}08$ im Mittel $1 : 1{,}02$. Im zweiten Falle fand er statt des Verhältnisses $1 : 1{,}425$ das Verhältniss für Tannenholz $1 : 1{,}18$ bis $1 : 1{,}41$, für Eichenholz $1 : 1{,}10$ bis $1 : 1{,}31$, im Mittel

1 : *1,25*. Die pyramidalen Nägel zeigten im zweiten Falle im Allgemeinen keine grössere Haltkraft, als die prismatischen, weil sie das Holz leichter spalten.

Als Verhältniss der Haltkraft gegen Seitendrücke für prismatische und keilförmige Nägel ergab sich bei Funk's Versuchen bei gleichem Volumen und gleicher Dicke für Verschiebungen von 25^{mm}.

Tannenholz *1* : *0,92* }
Eichenholz *1* : *0,81* } im Mittel *1* : *0,86*.

Pyramidale Nägel erscheinen hiernach, namentlich mit Rücksicht auf das leichte Spalten des Holzes, als unvortheilhaft, wenigstens bei stärkeren Nägeln. Keilförmige Nägel sind wesentlich vortheilhafter, als pyramidale; mit Rücksicht auf den Umstand, dass sie mehr kosten und durch das Rütteln leichter locker werden, als prismatische, sind aber die prismatischen Nägel den keilförmigen vorzuziehen.

4. Andere Nagelformen. Nach Funk's Versuchen ist die Haltkraft für Längskräfte, die der prismatischen Nägel = *1* gesetzt, bei gleichem Volumen

	Nadelholz	Eichenholz
Ausgebauchte Nägel . . .	*0,78* bis *0,91*	*0,70* bis *0,81*
Nägel mit Widerhaken . .	*0,96*	*0,96*
Schraubennägel	*0,94*	*0,98*,

wonach diese Formen als nicht empfehlenswerth erscheinen.

§ 12. Haltkraft der Nagelbefestigungen. — Hiernach ist nun, mit Rücksicht auf das in § 10 unter a. und b. Gesagte, die Haltkraft einer Nagelbefestigung leicht zu beurtheilen. Nach a. kann die auf die äusseren Nägel wirkende Kraft bis zu *0,37 G*, d. i. bis *2400* Kilogr. gehen, welche Kraft nach dem vorigen §, wenn sie nur auf einen Nagel wirkt, das gänzliche Ausziehen desselben veranlassen kann; nur die Steifigkeit der Schienen wird dies noch verhindern können. Die auf die inneren Nägel wirkende verticale Kraft kann nach § 10, b. bis zu *0,49 G*, d. i. bis zu *3200* Kilogr. gehen, welche Kraft ebenfalls genügt, einen Nagel aus einer Nadelholzschwelle auszuziehen: nur die Torsionselasticität der Schienen wird dieses verhindern können.

Weiteren Aufschluss geben uns die werthvollen Versuche Weber's, deren Hauptresultate im Folgenden mitgetheilt sind. Die Schienen waren hierbei auf jeder Schwelle mit zwei Nägeln von $12,5^{mm}$ Breite und Dicke, 140^{mm} im Holze steckend, befestigt. Die Kraft wirkt an einer Stelle auf beide Schienen.

1. Die Kraft wirkt am Schienenfusse, beim completen Gleise in der Mitte der Schienen. Die Schwellen sind Kiefernholzschwellen.

Druck	Grösste Verschiebung.		
	2 Schwellen.	4 Schwellen.	Compl. Gleis.
Kilogr.	Millimeter.		
1000	1,5	4,5	2,0
2000	5,0	10,5	6,0
3000	25,0	30,0	16,0
4000	—	—	35,0
4500	—	—	48,0

Beim completen Gleise blieb nach dem Aufhören des Druckes eine Verschiebung von 15^{mm} zurück.

2. **Die Kraft wirkt am Kopfe**, wie es in Wirklichkeit der Fall ist.

Druck	Spurerweiterung.						
	Kiefernholzschwellen.				Eichenholzschwellen.		
	1 Schwelle.	2 Schwellen.	3 Schwellen.	4 Schwellen.	1 Schwelle.	2 Schwellen.	3 Schwellen.
Kilogr.	Millimeter.				Millimeter.		
750	3,0. *a*	9,8	4,5	4,0	6,8	3,8	3,0
1000	—	13,0	6,0	6,5	7,5	4,5	4,5
1250	—	15,4	10,0. *a*	9,0	8,2	6,0	5,2
1500	—	17,8	—	11,0	9,0. *a*	7,5	6,0
2000	—	22,6	—	16,0	—	10,5	7,5
2250	—	25,0. *a*.	*u*	19,0. *a*	—	11,8	9,0
2500	—	—	—	2,0	—	13,0	10,5
3000	—	—	—	30,5	—	23,5. *a*	14,5
3250	—	—	—	36,0. *u*	—	—	15,2
3500	—	—	—	—	—	—	16,0
4000	—	—	—	—	—	—	21,0
4250	—	—	—	—	—	—	28,0. *a*

Hierbei ist mit *a* der Beginn des Ausziehens der Nägel, mit *u* das gänzliche Umkanten bezeichnet.

Berechnet man nach den Versuchen mit einer und zwei Schwellen den im vorigen § mit A bezeichneten Coëfficienten, so findet man für Nadelholz $A = 12$ bis 20, für Eichenholz $A = 25$ Kilogr. pro $\square^{cm}$, d. i. wesentlich geringer, als nach den Versuchen Kaven's und Funk's, was sich wohl dadurch erklären lässt, dass hier die Kraft ungünstiger, nämlich excentrisch gewirkt hat, wodurch sie zugleich eine Verschiebung, also ein Erweitern des Loches anstrebte.

3. **Versuche mit einem completen unbelasteten Gleise** mit Laschen und Unterlagsplatten an den Stössen unter Anwendung von Kiefernholzschwellen gaben folgende Resultate:

Druck.	Spurerweiterung.		
	Normale Stösse; Kraft in der Mitte.	Normale Stösse; Kraft am Stosse.	Verwechselte Stösse; Kraft am Stoss und in der Mitte.
Kilogr.	Millimeter.		
1000	8,0	13,0	6,5
1500	10,0. *a*	19,0	9,8
2000	12,0	22,0	13,0
2500	17,9	25,0	16,0
3000	19,0	31,5	19,0
3500	26,0	38,0	22,0
4000	30,3	—	25,0
5000	38,9	—	38,0
5750	45,0	—	51,0
6750	54,0. *a*	—	—

Im zweiten Falle blieb nach Aufhören des Druckes nur eine Spurerweiterung von 5^{mm} übrig; im dritten Falle verschwand bei einem Drucke von *4000* Kilogr. oder einer Spurerweiterung von 25^{mm} die letztere vollständig, als der Druck aufhörte; und nur bei einem Drucke von *5800* Kilogr. oder einer Spurerweiterung von 51^{mm} blieb eine solche von 6^{mm} zurück. Hieraus geht hervor, dass bedeutende momentane

Deformationen, welche selbst eine Lösung der Nägel bedingen, nur schwer bemerkbare Spuren zurücklassen können.

Es ist zu beachten, dass bei den Versuchen die Kraft auf beide Schienen wirkte, dass also die Spurerweiterung bei einem einseitigen Drucke in den beiden ersten Fällen nur halb so gross ist, als die Versuche ergaben.

Die Spurerweiterung am Stosse ergiebt sich nahezu *1,5* mal so gross, als in der Mitte der Schiene.

Der grösste Druck, welchen die Schienen am Stosse aufnehmen können, ohne dass eine gefahrbringende Deformation entsteht, ist ungefähr *2500* bis *4500* Kilogr., während nach dem vorigen § der Druck leicht bis zu $0{,}37\ G = 2400$ Kilogr. gehen kann, so dass der Nagelbefestigung eine nur sehr geringe Sicherheit zugeschrieben werden kann.

4. Versuche mit einem completen belasteten Gleise, mit denen der vorigen Versuche identisch, gaben folgende Resultate:

Druck.	Spurerweiterung.				
				Gelüftete Innennägel.	
	Unbelastet.	Lowry von 14500 Kilogr.	Locomotive von 28000 Kilogr.	Unbelastet.	Locomotive von 35000 Kilogr.
Kilogr.	Millimeter.			Millimeter.	
1000	9,0	1,5	0	13,0	—
1500	16,0	3,0	1,5	14,5	1,5
2000	21,0	4,5	3,0	16,0	2,0
2500	32,0	6,0	3,8	22,0	3,3
2750	44,0. *u*	7,5	4,2	23,5	3,9
3000	—	9,0	4,5	25,0	4,5
4000	—	25,0	8,3	37,5	9,0
4750	—	34,0	13,3	49,0	11,3
5000	—	—	26,0	54,0	11,8
5500	—	—	22,0	64,0	13,0
6000	—	—	31,0	—	15,0

Die Drücke bei gleichen Spurerweiterungen verhalten sich hiernach in diesen drei Fällen nahezu wie $1 : 1{,}8 : 2{,}5 = 4 : 7 : 9$, womit der bedeutende Einfluss der Belastung auf die Festhaltung der Schienen nachgewiesen ist.

Im zweiten Falle ging die Spurerweiterung nach Aufhören des Druckes von 34^{mm} auf 13^{mm} und nach dem Beseitigen des Wagens auf 3^{mm} zurück. Im dritten Falle ging die Spurerweiterung, nach dem Aufhören des Druckes und dem Wegfahren der Locomotive, von 38^{mm} auf 6^{mm} zurück.

Bei eingefettetem Gleise (um den Einfluss der Schlüpfrigkeit der Gleise nachzuweisen) ergaben sich die Spurerweiterungen um ungefähr *33* Procent grösser.

Die Spurerweiterungen bei gelüfteten Innennägeln und bei belastetem Gleise ergaben sich nicht grösser, als bei festen Innennägeln. Es ist dies in Uebereinstimmung mit § 10 b., wonach ein Umkanten erst möglich wird, wenn der Seitendruck $0{,}34\ G$, d. i. im vorliegenden Falle $0{,}34 \cdot 35000 = 12000$ Kilogr. überschreitet, während der Druck nur bis zu *6000* Kilogr. fortgesetzt wurde.

Versuche über die Verrückungen der Schienen während des
der Mitte zwischen zwei Schwellen gaben an 13 Beobachtungspunkten
eigungs- und Krümmungsverhältnissen folgende Maximalver-

Theil und Richtung.	Minimum.	Maximum.	Mittel.
	Millimeter.		
Nach unten	1,0	10,0	6,2
- oben	0	6,4	2,5
Kopf, nach aussen . . .	1,0	8,4	3,8
- - innen . . .	0,5	7,0	2,0
Fuss, nach aussen . . .	1,0	5,0	2,6
- - innen	0	3,0	1,5

Die Worte Minimum, Maximum und Mittel beziehen sich nicht auf dieselbe Gleisstelle, sondern auf die verschiedenen Beobachtungspunkte. Das Befahren mit einer blossen Locomotive von *27800* Kilogr. Gewicht und *6500* Kilogr. grösstem Raddrucke gab (Schwellenentfernung *0,81* bis *1,05* Meter) *5,0* bis *6,5*, im Mittel *5,8*^{mm} Verrückung nach unten.

Diese Versuche zeigen, dass die blosse Reibung zwischen Rad und Schiene starke Verdrückungen nach innen herbeiführen kann, welche durchschnittlich *0,55* von den, vom Spurkranze veranlassten, Verdrückungen nach aussen sind. Selbst starke Verdrückungen nach oben, welche durchschnittlich *0.40* der Verdrückungen nach unten sind, werden durch die Erschütterungen verursacht. Der absolut grössten Seitenverdrückung von *8,0*^{mm} entspricht, nach den Versuchen No. 4, ein Seitendruck von circa *5000* Kilogr. $= 0,40\ G$, der mittleren grössten Seitenverdrückung von *38*^{mm} ein Seitendruck von circa *3800* Kilogr. $= 0,30\ G$, wenn wir den grössten Achsendruck G zu *12000* Kilogr. annehmen.

6. Einfluss der Unterlagsplatten. Ueber die Wirksamkeit der Unterlagsplatten führen wir folgende Versuche Weber's an:

Anzahl der Schwellen.	Anzahl der Platten.	Lage der Platten.	Angriffsstelle des Druckes.	Druck, bei welchem das Gefüge gelöst wurde. Ohne Platten.	Druck, bei welchem das Gefüge gelöst wurde. Mit Platten.	Spurerweiterung. Ohne Platten.	Spurerweiterung. Mit Platten.
				Kilogr.		Millimeter.	
3	2	2 Nägel aussen	Mittelschwelle.	1250	2750	10,0	10,5
3	6	2 - -	-	1250	2500	10,0	10,5
2	4	2 - -	Zwischen der Schwelle	2250	1750	25,0	7,5
4	8	2 - -	Zwischen d. Mittelschw.	2250	3500	19,0	13,0
5	10	2 - -	Mittelschwelle.	—	4000	—	16,0
5	10	2 - innen	-	—	7000	—	38,0
6	12	2 - aussen	Mitte.	—	4500	—	17,5
6	12	2 - innen - (an d. Mittelschw.)	-	—	6000	—	25,0

Weiteres über die Wirksamkeit der Unterlagsplatten ist bereits im vorigen Capitel mitgetheilt worden.

Literatur.

Ausser den theoretischen Werken über die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, welche die Schienen berücksichtigen (Rebhann, Theorie der Holz- und Eisenconstructionen, 1856, und Winkler, die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, 1868) ist zu nennen:

Barlow, Versuche mit Eisenbahnschienen. (1835.) Mechan. magaz. V. 23, p. 76. V. 24, p. 366. — Repert. of pct. ind. N. 5. V. 3, p. 368. — Dingler's pol. Journ. 57. Bd, p. 415. 60. Bd., p. 260.

Barlow, über die Tragfähigkeit der eisernen Schienen. Karsten's Archiv 1836. Bd. 9 p. 516. — Polyt. Centralbl. 1836, p. 839.

Vergleichende Versuche über Eisenbahnschienen, welche in verschiedenen Ländern erzeugt wurden. Wiener polyt. Journ. 1843, p. 422. — Eisenbahnzeit. 1843, p. 130. 131. — Polyt. Centralbl. 1843. 2. Bd., p. 186. — Dingler's polyt. Journ. 89. Bd., p. 405.

Weishaupt, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, 1852. (In § 1 benutzt.)

v. Kaven, Notizen über die Dimensionen von Schrauben und Nägeln nebst Versuchen über die Haltkraft der letzteren. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1856. — Zeitschr. d. österr. Ingen.-Ver. 1856.

Malberg, Versuche über die Elasticitätsgrenze und Tragfähigkeit verschiedener Arten Eisenbahnschienen. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1859, p. 264. — Polyt. Centralbl. 1859, p. 772. — Dingler's pol. Journ. 152. Bd., p. 157. (In § 1 benutzt.)

Funk, Haltkraft der Schienennägel. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1860. — Polyt. Centralbl. 1860. — Organ 1860.

H. Schmidt, Vorschlag zu allgemeinen Profilen für Eisenbahnschienen. — Zeitschr. des österr. Ingen.- u. Archit.-Ver. 1868.

Scheffler, Die Wirkung zwischen Schiene und Rad. Braunschweig 1868.

v. Weber, die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise. Historische und experimentative Ermittelungen. Weimar 1869.

Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. I. Heft, 3. Aufl. Prag 1875.

G. Meyer, Ueber Längenverschiebung der Schienen auf zweigleisigen Bahnstrecken. — Organ 1876.

VIII. Capitel.

Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbau-Geräthe.

Bearbeitet von

Ed. Sonne,
Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu Tafel XVIII und 2 Holzschnitte.)

---

§ 1. Einleitung. — Während die vorhergehenden Capitel einer Besprechung der beim Eisenbahnoberbau benutzten Materialien gewidmet waren, haben wir es nunmehr vorzugsweise mit der Erörterung der bei Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten zu thun, zuvor aber einen Blick auf einen wesentlichen Theil des Oberbaues zu werfen, welcher als Zwischenglied zwischen den Unterlagen des Schienengestänges und dem Erdboden auftritt: auf die sogenannte Unterbettung. Wir werden dann die verschiedenen Arbeiten untersuchen, welche als Vorbereitungen zur Herstellung des Oberbaues erforderlich sind, sodann diese Herstellungsarbeiten selbst — und zwar zunächst ohne Berücksichtigung der in Curven zu beachtenden Eigenthümlichkeiten derselben — besprechen. Hieran werden sich einige Bemerkungen über die bei den fraglichen Arbeiten benutzten Geräthe knüpfen. Die Auseinandersetzung der besonderen Rücksichten, welche man bei der Herstellung des Oberbaues in Curven zu nehmen hat, und Bemerkungen über die Organisation der Oberbauarbeiten werden folgen, worauf einige Preisangaben den Beschluss des Capitels machen.

Die bei der Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten, so einfach dieselben auch auf den ersten Blick scheinen, erfordern dennoch ein sorgfältiges Studium und die grösste Aufmerksamkeit. Die Rücksichten, welche bei diesen Arbeiten zu nehmen sind, lassen sich wohl mit denjenigen vergleichen, welche bei der fabrikmässigen Herstellung irgend eines Gegenstandes in Betracht kommen. Es handelt sich darum, grosse Massen schnell, billig und solide herzustellen. Hierbei darf auch die unscheinbarste Kleinigkeit nicht unbeachtet bleiben. Eine Ersparung von einigen Groschen bei jeder Schienenlänge Gleis entspricht einer Ersparung von hundert Thalern und mehr für die Bahnmeile. Kleine Versehen in Betreff der Lage und der Befestigung der Schienen haben grossen Einfluss auf die ruhige Bewegung der Fahrzeuge, somit auf die Unterhaltungskosten derselben und auf die Unterhaltungskosten des Oberbaues selbst. Durch richtige Bemessung der Ueberhöhung der äusseren

wieder fester; später muss das Loch ausgespähnt werden, indem man vor dem Eintreiben des Nagels in das Holz einige Holzspähne steckt.

Nägel, welche zum zweiten Male eingeschlagen werden, halten nicht mehr so fest, weil sie glatter geworden sind.

Nach den Versuchen von Kaven und Funk hat sich für frisch eingeschlagene Nägel im Mittel ergeben:

	Nadelholz.	Eichenholz.
A	$= 25$ Kilogr. pro □^{cm}.	50 Kilogr. pro □^{cm}.
B_1	$= 19$ - - -	26 - - -
B_2	$= 27$ - - -	37 - - -

Hierbei bezieht sich B_1 auf den Seitendruck, welcher zur Verschiebung von 25^{mm} nöthg ist; B_2 auf denjenigen Seitendruck, welcher zum gänzlichen Ausreissen des Nagels nöthig ist; der erstere Coëfficient würde indess im vorliegenden Falle der maassgebende sein. Hiernach zeigt sich die Haltkraft der Nägel im Eichenholze gegen Längskräfte *2* mal, gegen Seitenkräfte *1,4* mal so gross, als im Nadelholze.

Da die im Holze steckende Oberfläche eines Nagels ungefähr 840^{mm} ist, so wird sich hiernach, als Haltkraft eines Nagels gegen Längskräfte, für Nadelholz *2100*, für Eichenholz *4200*, gegen Seitenkräfte für Nadelholz *1600*, für Eichenholz *2200* Kilogr. ergeben.

Die seitliche Verdrückung, welche sich bei den Versuchen Funk's bei einem 128^{mm} tief eingeschlagenen, 122^{mm} dicken prismatischen Nagel ergab, ist folgende:

Kraft.	Verdrückung.	
	Tannenholz.	Eichenholz.
Kilogr.	Millimeter.	
800	4	2,5
900	6	4
1000	11	5
1100	17	7
1200	24	9
1300	31	12
1400	—	16
1500	—	20
1600	—	23
1700	Ausziehen	26
2300	—	Ausziehen.

2. Einfluss des Nagelquerschnittes. Das Verhältniss der Volumina der Nägel mit den in Fig. 3 dargestellten 4 Querschnitten ergiebt sich bei gleicher Oberfläche und Länge:

Fig. 3.

a b c d

$$\begin{array}{ccccccc} & a & & b & & c & d \\ & 1 & : & \frac{\sqrt{2}+1}{2} & : & \frac{4}{\pi} & : 0{,}53 \\ = & 1 & : & 1{,}21 & : & 1{,}27 & : 0{,}53 \end{array}$$

Die nöthigen Dicken würden sich hierbei wie *1* : *1,21* : *1,27* : *1,94* verhalten. Hinsichtlich der seitlichen Verschiebungen, welche durch Verbiegen der Nägel

eintreten, ist hauptsächlich das Trägheitsmoment des Querschnittes maassgebend. Die Trägheitsmomente aber verhalten sich bei gleicher Oberfläche wie

a	b	c	d
1	1,50	1,53	0,28.

Bei gegebener Oberfläche würden also die quadratischen Nägel das kleinste Volumen, die achteckigen und runden Nägel die grösste, die Nägel mit concaven Seiten die geringste Steifigkeit gegen Seitenverbiegungen besitzen, so dass wohl die quadratischen Nägel den meisten Vorzug verdienen.

3. Keilförmige und pyramidale Nägel. Ist φ der Reibungscoëfficient, α der Winkel, welchen eine Seitenfläche mit der Achse des Nagels bildet, so zeigt eine theoretische Betrachtung, dass die Haltkraft gegen Längskräfte bei gleicher Oberfläche beim keilförmigen Nagel im Verhältniss von $1 - \frac{\operatorname{tang} \alpha}{2 \varphi}$, beim pyramidalen Nagel im Verhältniss von $1 - \frac{\operatorname{tang} \alpha}{\varphi}$, d. i. bezüglich etwa im Verhältniss $0,95$ und $0,92$ gegenüber dem prismatischen Nagel vermindert wird. Ist nun a die obere Breite und Dicke, l die Länge, F die Oberfläche und beziehen sich die Indices 1, 2, 3 auf die prismatischen, keilförmigen und pyramidalen Nägel, so ist

$$F_1 = 4\, a_1\, l_1, \qquad F_2 = 3\, a_2\, l_2, \qquad F_3 = 2\, a_3\, l_3;$$

$$V_1 = a_1^2\, l_1, \qquad V_2 = \frac{1}{2}\, a_2^2\, l_2, \quad V_3 = \frac{1}{3}\, a_3^2\, l_3.$$

Damit die Haltkraft gleich gross werde, muss $F_2 = \frac{1}{0,95} F_1 = 1,053\ F_1$, $F_3 = \frac{1}{0,9} F_1 = 1,111\ F_1$ sein. Ausserdem sollen die Nägel oben gleich stark sein, um gegen Verbiegung gleichen Widerstand zu leisten. Alsdann müsste $l_2 = 1,40\ l_1$, $l_3 = 2,22\ l_1$ sein. Wegen der zu geringen Höhe der Schwellen kann aber nur $l_2 = l_3 = 1,2\ l_1$ genommen werden. Dann aber muss $a_2 = 1,17\ a_1$, $a_3 = 1,85\ a_1$ sein. Alsdann würde

$$V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 0,82 : 1,37.$$

Sonach haben die keilförmigen Nägel um 18 Procent weniger, die pyramidalen um 37 Procent mehr Material nöthig, als die prismatischen. Hiernach ergiebt sich ferner

$$P_1 = 4\, A \sqrt{\frac{V_1}{l_1}}, \quad P_2 = 4,030\, A \sqrt{\frac{V_2}{l_2}}, \quad P_3 = 3,118\, A \sqrt{\frac{V_3}{l_3}}$$

$$= 4\, A \frac{V_1}{a_1} \qquad = 5,700\, A \frac{V_2}{a_2} \qquad = 5,400\, A \frac{V_3}{a_3}.$$

Sonach ist das Verhältniss der Haltkraft bei gleichem Volumen und gleicher Länge

$$1 : 1,008 : 0,780$$

und bei gleichem Volumen und gleicher Dicke

$$1 : 1,425 : 1,350.$$

Funk fand im ersten Falle statt des Verhältnisses $1 : 1,008$ das Verhältniss für Tannenholz $1 : 0,94$ bis $1 : 1,02$, für Eichenholz $1 : 1,05$ bis $1 : 1,08$ im Mittel $1 : 1,02$. Im zweiten Falle fand er statt des Verhältnisses $1 : 1,425$ das Verhältniss für Tannenholz $1 : 1,18$ bis $1 : 1,41$, für Eichenholz $1 : 1,10$ bis $1 : 1,31$, im Mittel

1 : 1,25. Die pyramidalen Nägel zeigten im zweiten Falle im Allgemeinen keine grössere Haltkraft, als die prismatischen, weil sie das Holz leichter spalten.

Als Verhältniss der Haltkraft gegen Seitendrücke für prismatische und keilförmige Nägel ergab sich bei Funk's Versuchen bei gleichem Volumen und gleicher Dicke für Verschiebungen von 25^{mm}.

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Tannenholz} & 1 : 0{,}92 \\ \text{Eichenholz} & 1 : 0{,}81\end{array}\right\} \text{ im Mittel } 1 : 0{,}86.$$

Pyramidale Nägel erscheinen hiernach, namentlich mit Rücksicht auf das leichte Spalten des Holzes, als unvortheilhaft, wenigstens bei stärkeren Nägeln. Keilförmige Nägel sind wesentlich vortheilhafter, als pyramidale; mit Rücksicht auf den Umstand, dass sie mehr kosten und durch das Rütteln leichter locker werden, als prismatische, sind aber die prismatischen Nägel den keilförmigen vorzuziehen.

4. Andere Nagelformen. Nach Funk's Versuchen ist die Haltkraft für Längskräfte, die der prismatischen Nägel = *1* gesetzt, bei gleichem Volumen

	Nadelholz	Eichenholz
Ausgebauchte Nägel . . .	*0,78* bis *0,91*	*0,70* bis *0,81*
Nägel mit Widerhaken . .	*0,96*	*0,96*
Schraubennägel	*0,94*	*0,98*,

wonach diese Formen als nicht empfehlenswerth erscheinen.

§ 12. Haltkraft der Nagelbefestigungen. — Hiernach ist nun, mit Rücksicht auf das in § 10 unter a. und b. Gesagte, die Haltkraft einer Nagelbefestigung leicht zu beurtheilen. Nach a. kann die auf die äusseren Nägel wirkende Kraft bis zu *0,37 G*, d. i. bis *2400* Kilogr. gehen, welche Kraft nach dem vorigen §, wenn sie nur auf einen Nagel wirkt, das gänzliche Ausziehen desselben veranlassen kann; nur die Steifigkeit der Schienen wird dies noch verhindern können. Die auf die inneren Nägel wirkende verticale Kraft kann nach § 10, b. bis zu *0,49 G*, d. i. bis zu *3200* Kilogr. gehen, welche Kraft ebenfalls genügt, einen Nagel aus einer Nadelholzschwelle auszuziehen: nur die Torsionselasticität der Schienen wird dieses verhindern können.

Weiteren Aufschluss geben uns die werthvollen Versuche Weber's, deren Hauptresultate im Folgenden mitgetheilt sind. Die Schienen waren hierbei auf jeder Schwelle mit zwei Nägeln von $12{,}5^{mm}$ Breite und Dicke, 140^{mm} im Holze steckend, befestigt. Die Kraft wirkt an einer Stelle auf beide Schienen.

1. Die Kraft wirkt am Schienenfusse, beim completen Gleise in der Mitte der Schienen. Die Schwellen sind Kiefernholzschwellen.

Druck	Grösste Verschiebung.		
	2 Schwellen.	4 Schwellen.	Compl. Gleis.
Kilogr.	Millimeter.		
1000	1,5	4,5	2,0
2000	5,0	10,5	6,0
3000	25,0	30,0	16,0
4000	—	—	35,0
4500	—	—	48,0

Beim completen Gleise blieb nach dem Aufhören des Druckes eine Verschiebung von 15^{mm} zurück.

2. **Die Kraft wirkt am Kopfe**, wie es in Wirklichkeit der Fall ist.

Druck	Spurerweiterung.						
	Kiefernholzschwellen.				Eichenholzschwellen.*		
	1 Schwelle.	2 Schwellen.	3 Schwellen.	4 Schwellen.	1 Schwelle.	2 Schwellen.	3 Schwellen.
Kilogr.	Millimeter.				Millimeter.		
750	3,0. *a*	9,8	4,5	4,0	6,8	3,8	3,0
1000	—	13,0	6,0	6,5	7,5	4,5	4,5
1250	—	15,4	10,0. *a*	9,0	8,2	6,0	5,2
1500	—	17,8	—	11,0	9,0. *a*	7,5	6,0
2000	—	22,6	—	16,0	—	10,5	7,5
2250	—	25,0. *a*.	*u*	19,0. *a*	—	11,8	9,0
2500	—	—	—	2,0	—	13,0	10,5
3000	—	—	—	30,5	—	23,5. *a*	14,5
3250	—	—	—	36,0. *u*	—	—	15,2
3500	—	—	—	—	—	—	16,0
4000	—	—	—	—	—	—	21,0
4250	—	—	—	—	—	—	28,0. *a*

Hierbei ist mit *a* der Beginn des Ausziehens der Nägel, mit *u* das gänzliche Umkanten bezeichnet.

Berechnet man nach den Versuchen mit einer und zwei Schwellen den im vorigen § mit A bezeichneten Coëfficienten, so findet man für Nadelholz $A = 12$ bis 20, für Eichenholz $A = 25$ Kilogr. pro $\square^{cm}$, d. i. wesentlich geringer, als nach den Versuchen Kaven's und Funk's, was sich wohl dadurch erklären lässt, dass hier die Kraft ungünstiger, nämlich excentrisch gewirkt hat, wodurch sie zugleich eine Verschiebung, also ein Erweitern des Loches anstrebte.

3. Versuche mit einem completen unbelasteten Gleise mit Laschen und Unterlagsplatten an den Stössen unter Anwendung von Kiefernholzschwellen gaben folgende Resultate:

Druck.	Spurerweiterung.		
	Normale Stösse; Kraft in der Mitte.	Normale Stösse; Kraft am Stosse.	Verwechselte Stösse; Kraft am Stoss und in der Mitte.
Kilogr.	Millimeter.		
1000	8,0	13,0	6,5
1500	10,0. *a*	19,0	9,8
2000	12,0	22,0	13,0
2500	17,9	25,0	16,0
3000	19,0	31,5	19,0
3500	26,0	38,0	22,0
4000	30,3	—	25,0
5000	38,9	—	38,0
5750	45,0	—	51,0
6750	54,0. *a*	—	—

Im zweiten Falle blieb nach Aufhören des Druckes nur eine Spurerweiterung von 5^{mm} übrig; im dritten Falle verschwand bei einem Drucke von *4000* Kilogr. oder einer Spurerweiterung von 25^{mm} die letztere vollständig, als der Druck aufhörte; und nur bei einem Drucke von *5800* Kilogr. oder einer Spurerweiterung von 51^{mm} blieb eine solche von 6^{mm} zurück. Hieraus geht hervor, dass bedeutende momentane

Deformationen, welche selbst eine Lösung der Nägel bedingen, nur schwer bemerkbare Spuren zurücklassen können.

Es ist zu beachten, dass bei den Versuchen die Kraft auf beide Schienen wirkte, dass also die Spurerweiterung bei einem einseitigen Drucke in den beiden ersten Fällen nur halb so gross ist, als die Versuche ergaben.

Die Spurerweiterung am Stosse ergiebt sich nahezu *1,5* mal so gross, als in der Mitte der Schiene.

Der grösste Druck, welchen die Schienen am Stosse aufnehmen können, ohne dass eine gefahrbringende Deformation entsteht, ist ungefähr *2500* bis *4500* Kilogr., während nach dem vorigen § der Druck leicht bis zu $0{,}37\ G = 2400$ Kilogr. gehen kann, so dass der Nagelbefestigung eine nur sehr geringe Sicherheit zugeschrieben werden kann.

4. Versuche mit einem completen belasteten Gleise, mit denen der vorigen Versuche identisch, gaben folgende Resultate:

Druck.	Spurerweiterung.			Gelüftete Innennägel.	
	Unbelastet.	Lowry von 14500 Kilogr.	Locomotive von 28000 Kilogr.	Unbelastet.	Locomotive von 35000 Kilogr.
Kilogr.	Millimeter.			Millimeter.	
1000	9,0	1,5	0	13,0	—
1500	16,0	3,0	1,5	14,5	1,5
2000	21,0	4,5	3,0	16,0	2,0
2500	32,0	6,0	3,8	22,0	3,3
2750	44,0. *u*	7,5	4,2	23,5	3,9
3000	—	9,0	4,5	25,0	4,5
4000	—	25,0	8,3	37,5	9,0
4750	—	34,0	13,3	49,0	11,3
5000	—	—	26,0	54,0	11,8
5500	—	—	22,0	64,0	13,0
6000	—	—	31,0	—	15,0

Die Drücke bei gleichen Spurerweiterungen verhalten sich hiernach in diesen drei Fällen nahezu wie $1 : 1{,}8 : 2{,}5 = 4 : 7 : 9$, womit der bedeutende Einfluss der Belastung auf die Festhaltung der Schienen nachgewiesen ist.

Im zweiten Falle ging die Spurerweiterung nach Aufhören des Druckes von 34^{mm} auf 13^{mm} und nach dem Beseitigen des Wagens auf 3^{mm} zurück. Im dritten Falle ging die Spurerweiterung, nach dem Aufhören des Druckes und dem Wegfahren der Locomotive, von 38^{mm} auf 6^{mm} zurück.

Bei eingefettetem Gleise (um den Einfluss der Schlüpfrigkeit der Gleise nachzuweisen) ergaben sich die Spurerweiterungen um ungefähr *33* Procent grösser.

Die Spurerweiterungen bei gelüfteten Innennägeln und bei belastetem Gleise ergaben sich nicht grösser, als bei festen Innennägeln. Es ist dies in Uebereinstimmung mit § 10b., wonach ein Umkanten erst möglich wird, wenn der Seitendruck $0{,}34\ G$, d. i. im vorliegenden Falle $0{,}34 \cdot 35000 = 12000$ Kilogr. überschreitet, während der Druck nur bis zu *6000* Kilogr. fortgesetzt wurde.

5. Versuche über die Verrückungen der Schienen während des Betriebes in der Mitte zwischen zwei Schwellen gaben an 13 Beobachtungspunkten mit verschiedenen Steigungs- und Krümmungsverhältnissen folgende Maximalverrückungen:

Theil und Richtung.	Minimum.	Maximum.	Mittel.
	Millimeter.		
Nach unten	1,0	10,0	6,2
- oben	0	6,4	2,5
Kopf, nach aussen	1,0	8,4	3,8
- - innen	0,5	7,0	2,0
Fuss, nach aussen	1,0	5,0	2,6
- - innen	0	3,0	1,5

Die Worte Minimum, Maximum und Mittel beziehen sich nicht auf dieselbe Gleisstelle, sondern auf die verschiedenen Beobachtungspunkte. Das Befahren mit einer blossen Locomotive von *27800* Kilogr. Gewicht und *6500* Kilogr. grösstem Raddrucke gab (Schwellenentfernung *0,81* bis *1,05* Meter) *5,0* bis *6,5*, im Mittel *5,8*mm Verrückung nach unten.

Diese Versuche zeigen, dass die blosse Reibung zwischen Rad und Schiene starke Verdrückungen nach innen herbeiführen kann, welche durchschnittlich *0,55* von den, vom Spurkranze veranlassten, Verdrückungen nach aussen sind. Selbst starke Verdrückungen nach oben, welche durchschnittlich *0,40* der Verdrückungen nach unten sind, werden durch die Erschütterungen verursacht. Der absolut grössten Seitenverdrückung von *8,0*mm entspricht, nach den Versuchen No. 4, ein Seitendruck von circa *5000* Kilogr. $= 0,40\ G$, der mittleren grössten Seitenverdrückung von *38*mm ein Seitendruck von circa *3800* Kilogr. $= 0,30\ G$, wenn wir den grössten Achsendruck G zu *12000* Kilogr. annehmen.

6. **Einfluss der Unterlagsplatten.** Ueber die Wirksamkeit der Unterlagsplatten führen wir folgende Versuche Weber's an:

Anzahl der Schwellen.	Anzahl der Platten.	Lage der Platten.	Angriffsstelle des Druckes.	Druck, bei welchem das Gefüge gelöst wurde.		Spurerweiterung.	
				Ohne Platten.	Mit Platten.	Ohne Platten.	Mit Platten.
				Kilogr.		Millimeter.	
3	2	2 Nägel aussen	Mittelschwelle.	1250	2750	10,0	10,5
3	6	2 - -	-	1250	2500	10,0	10,5
2	4	2 - -	Zwischen der Schwelle	2250	1750	25,0	7,5
4	8	2 - -	Zwischen d. Mittelschw.	2250	3500	19,0	13,0
5	10	2 - -	Mittelschwelle.	—	4000	—	16,0
5	10	2 - innen	-	—	7000	—	38,0
6	12	2 - aussen	Mitte.	—	4500	—	17,5
6	12	2 - innen - (an d. Mittelschw.)	-	—	6000	—	25,0

Weiteres über die Wirksamkeit der Unterlagsplatten ist bereits im vorigen Capitel mitgetheilt worden.

Literatur.

Ausser den theoretischen Werken über die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, welche die Schienen berücksichtigen (Rebhann, Theorie der Holz- und Eisenconstructionen, 1856, und Winkler, die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, 1868) ist zu nennen:

Barlow, Versuche mit Eisenbahnschienen. (1835.) Mechan. magaz. V. 23, p. 76. V. 24, p. 366. — Repert. of pct. ind. N. 5. V. 3, p. 368. — Dingler's pol. Journ. 57. Bd, p. 415. 60. Bd., p. 260.

Barlow, über die Tragfähigkeit der eisernen Schienen. Karsten's Archiv 1836. Bd. 9 p. 516.— Polyt. Centralbl. 1836, p. 839.

Vergleichende Versuche über Eisenbahnschienen, welche in verschiedenen Ländern erzeugt wurden. Wiener polyt. Journ. 1843, p. 422. — Eisenbahnzeit. 1843, p. 130. 131. — Polyt. Centralbl. 1843. 2. Bd., p. 186. — Dingler's polyt. Journ. 89. Bd., p. 405.

Weishaupt, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, 1852. (In § 1 benutzt.)

v. Kaven, Notizen über die Dimensionen von Schrauben und Nägeln nebst Versuchen über die Haltkraft der letzteren. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1856. — Zeitschr. d. österr. Ingen.-Ver. 1856.

Malberg, Versuche über die Elasticitätsgrenze und Tragfähigkeit verschiedener Arten Eisenbahnschienen. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1859, p. 264. — Polyt. Centralbl. 1859, p. 772. — Dingler's pol. Journ. 152. Bd., p. 157. (In § 1 benutzt.)

Funk, Haltkraft der Schienennägel. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1860. — Polyt. Centralbl. 1860. — Organ 1860.

H. Schmidt, Vorschlag zu allgemeinen Profilen für Eisenbahnschienen. — Zeitschr. des österr. Ingen.- u. Archit.-Ver. 1868.

Scheffler, Die Wirkung zwischen Schiene und Rad. Braunschweig 1868.

v. Weber, die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise. Historische und experimentative Ermittelungen. Weimar 1869.

Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. I. Heft, 3. Aufl. Prag 1875.

G. Meyer, Ueber Längenverschiebung der Schienen auf zweigleisigen Bahnstrecken. — Organ 1876.

VIII. Capitel.

Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbau-Geräthe.

Bearbeitet von

Ed. Sonne,
Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu Tafel XVIII und 2 Holzschnitte.)

§ 1. Einleitung. — Während die vorhergehenden Capitel einer Besprechung der beim Eisenbahnoberbau benutzten Materialien gewidmet waren, haben wir es nunmehr vorzugsweise mit der Erörterung der bei Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten zu thun, zuvor aber einen Blick auf einen wesentlichen Theil des Oberbaues zu werfen, welcher als Zwischenglied zwischen den Unterlagen des Schienengestänges und dem Erdboden auftritt: auf die sogenannte Unterbettung. Wir werden dann die verschiedenen Arbeiten untersuchen, welche als Vorbereitungen zur Herstellung des Oberbaues erforderlich sind, sodann diese Herstellungsarbeiten selbst — und zwar zunächst ohne Berücksichtigung der in Curven zu beachtenden Eigenthümlichkeiten derselben — besprechen. Hieran werden sich einige Bemerkungen über die bei den fraglichen Arbeiten benutzten Geräthe knüpfen. Die Auseinandersetzung der besonderen Rücksichten, welche man bei der Herstellung des Oberbaues in Curven zu nehmen hat, und Bemerkungen über die Organisation der Oberbauarbeiten werden folgen, worauf einige Preisangaben den Beschluss des Capitels machen.

Die bei der Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten, so einfach dieselben auch auf den ersten Blick scheinen, erfordern dennoch ein sorgfältiges Studium und die grösste Aufmerksamkeit. Die Rücksichten, welche bei diesen Arbeiten zu nehmen sind, lassen sich wohl mit denjenigen vergleichen, welche bei der fabrikmässigen Herstellung irgend eines Gegenstandes in Betracht kommen. Es handelt sich darum, grosse Massen schnell, billig und solide herzustellen. Hierbei darf auch die unscheinbarste Kleinigkeit nicht unbeachtet bleiben. Eine Ersparung von einigen Groschen bei jeder Schienenlänge Gleis entspricht einer Ersparung von hundert Thalern und mehr für die Bahnmeile. Kleine Versehen in Betreff der Lage und der Befestigung der Schienen haben grossen Einfluss auf die ruhige Bewegung der Fahrzeuge, somit auf die Unterhaltungskosten derselben und auf die Unterhaltungskosten des Oberbaues selbst. Durch richtige Bemessung der Ueberhöhung der äusseren

Schienen in den Curven können die gefürchteten Curvenwiderstände bedeutend reducirt werden u. s. w.

Es ist somit vollkommen gerechtfertigt, wenn seitens der Eisenbahningenieure den Oberbauarbeiten eine grosse Bedeutung beigemessen wird.

§ 2. Unterbettung. — Die Unterbettung bildet das Fundament für den Eisenbahnoberbau und es ist von vornherein nicht ausgeschlossen, dies Fundament unter gewissen Verhältnissen in ähnlicher Weise herzustellen, wie das Fundament einer Brücke oder eines Hauses.[1] In den meisten Fällen wird aber von der Unterbettung mehr verlangt, als von einem gewöhnlichen Fundamente. Diesen vermehrten Anforderungen ist um so schwieriger zu entsprechen, als gleichzeitig, wie bei allen Oberbauconstructionen, der Anforderung der Oekonomie genügt werden muss.

Die Unterbettung ist nämlich der directen Einwirkung des Windes und des Regens ausgesetzt, das Bettungsmaterial darf deshalb nicht allzufein sein und muss das Wasser rasch ableiten.

Noch mehr ist zu beachten, dass jeder schärfere Frost bis zu den tragenden Partien der Bettung sich erstreckt, während man doch das Fundament des kleinsten Hauses frostfrei zu legen pflegt. Es ist demnach eine wesentliche Bedingung, dass das Bettungsmaterial frostbeständig ist und es erscheint rasche Ableitung des Wassers aus demselben namentlich auch deshalb erforderlich, damit der Frost durch Ausdehnung der gefrierenden Wassertheilchen jene tragenden Flächen nicht allzusehr auflockere.

Auf die so eben hervorgehobenen wichtigen Punkte wird mit Recht im § 10 der Grundzüge besonders aufmerksam gemacht:

»**Das Bettungsmaterial soll eine solche Beschaffenheit haben, dass es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.**«

Die Unterbettung erleidet ferner durch die Unterlagen der Schienen Pressungen, welche den Pressungen im Fundament eines gewöhnlichen Hauses mindestens gleich kommen, oft dieselben übertreffen. Das Bettungsmaterial muss, nach gehöriger Comprimirung durch das Stopfen, diesen Pressungen widerstehen können.

Berücksichtigt man endlich die Erschütterungen, welche von den Zügen herrühren, das Sacken der frisch angeschütteten Dämme, wodurch in der ersteren Zeit, nach der Vollendung des Baues, ein fortgesetztes Unterfangen der Schwellen, eine Ergänzung ihres Fundamentes erforderlich wird, die Einwirkungen der sonstigen Unterhaltungsarbeiten auf die Bettung u. s. w., so erhellt, wie zahlreich die Anforderungen sind, welche man an die Bettung stellt und wie schwer es oft werden muss, auf allen Stellen der Bahn ein einigermaassen genügendes Bettungsmaterial zu mässigen Preisen zu beschaffen.

Es ist bekannt, dass man den aus den Flüssen gewonnenen Kies (kleine Steine mit grobem Sande untermischt) allen andern Materialien zur Herstellung der Unterbettung vorzieht. Grubenkies enthält nicht selten zu viele thonige und lehmige Beimengungen, deren Nachtheile namentlich bei der Unterhaltung der Bahnen hervortreten, wenn die Bettung mehr und mehr verunreinigt wird. Steinschlag (Schotter) aus frostbeständigen Steinen giebt keine schlechte Bettung, die Steine müssen aber

[1] Auf den Württembergischen Bahnen hat man bei Steinwürfeloberbau probeweise, um eine möglichst starre Unterlage zu erhalten, die einzelnen Steine auf Beton gesetzt und die Entwässerung durch besondere unter der Bettung durchgeführte Sickerschlitze bewirkt. Auch die Schienen der Sellebenen des Elbing-Oberländischen Canals ruhen neuerdings auf Betonkörpern.

mit derselben Sorgfalt zerschlagen werden, wie beim Chausseebau [2]), einen Ring von 0^m,06 Durchmesser passiren können und von Gruss und Staub gereinigt werden. Reiner Steinschlag als Bettungsmaterial hat den Vorzug, dass die scharfen Kanten und Ecken der Steine die Schwellen gleichsam festhalten, ein Umstand, der keineswegs gering geachtet werden darf, weil eine starke Reibung zwischen dem Holz und der Bettung für die Erhaltung der Lage des Oberbaues von der grössten Wichtigkeit ist. Schlacken hat man hie und da mit gutem Erfolge zur Anwendung gebracht.[3])

In Gegenden, denen es an natürlichem Bettungsmaterial fehlt, wird als unterste Schicht der Bettung nicht selten eine Packlage aus groben Steinen angewendet, auf welche eine Schicht Steinschlag gebracht wird. Diese Construction ist zweckmässig und hat auf verschiedenen deutschen Bahnen, namentlich aber auch in England und Frankreich Eingang gefunden.

In Ermangelung der genannten Materialien muss man beim Bau oft zu anderen, weniger empfehlenswerthen greifen, zu Sand, gröberem Gerölle, zerschlagenen Ziegelsteinbrocken u. s. w., und entsteht dann für die Bahnunterhaltung die wichtige Aufgabe, durch geschickte Verwendung der mit Eröffnung des Betriebes sich ergebenden Hülfsmittel auf Verbesserung dieser Arten von Bettungen hinzuarbeiten, während seitens des Baues ein Augenmerk auf möglichste Einschränkung der Massen des schlechteren Materials und auf Verwendung desselben an geeigneten Stellen zu richten ist.

In solchen Fällen wird man in der Regel das weniger gute Material in die unteren Lagen der Bettung verweisen, ausserdem aber Rücksicht darauf nehmen, dass die Streifen neben den Schwellen einen anderen Zweck zu erfüllen haben, als die Bettung im unmittelbaren Bereich des Gleises. Es wird somit Kies und Steinschlag ganz gut so vertheilt, dass man den letzteren neben und den ersteren unter den Schwellen verwendet. Vermischungen dieser Materialien haben, soviel bekannt, günstige Resultate nicht ergeben. An den Aussenkanten der Bahn wird die Bettung in neuerer Zeit nur in Ausnahmefällen durch Erdkörper (Seitenbankette) begrenzt. Eine Bekleidung erscheint zweckmässig, sobald das Bettungsmaterial sehr fein ist: die beste Begrenzung dürfte indess durch eine Steinpackung hergestellt werden. (Hierüber, sowie über die Entwässerung der Bettung ist der § 9 des III. Capitels zu vergleichen.)

Bei Bestimmung der D i c k e der Unterbettung sind in erster Reihe entscheidend: die Qualität des Bettungsmateriales, die Beschaffenheit des Untergrundes und bei Dämmen die Höhe der Schüttung.[4]) Auf Dämmen von leichtem, sandigen Boden darf man die Mächtigkeit der Unterbettung ziemlich einschränken, während in wasserhaltigen Einschnitten, namentlich bei schlechterem Bettungsmaterial, grosse Massen desselben erforderlich sind.

---

[2]) Man hat zur Herstellung des Schotters für Eisenbahnen mitunter, jedoch im Allgemeinen mit geringem Erfolge, von Steinbrechmaschinen Gebrauch gemacht. Man vergl. über dieselben: Eb. V. Z. 1864, p. 185, ferner Zeitschr. d. hann. Arch.- und Ing.-Vereins 1865, p. 483.

[3]) Die verschiedenen Arten künstlichen Schotters werden C o u c h e »Voie« etc. p. 209 ausführlicher besprochen. Eine interessante Notiz über gebrannte Lehmstücke s. Organ 1851, p. 158 Ausführlicheres über die Verwendung der Hohofenschlacken s. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1868, p. 31. — Ueber die Verwendung der Rückstände der Sodafabrikation vergl. Deutsche Industriezeitung. 1871, p. 184.

[4]) Man vergl.: Allgemeine Vorschriften für die Verlegung des Oberbaues auf der schlesischen Gebirgsbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1865, p. 201 und 202.

Es sind indess die Grenzen in Betreff des fraglichen Maasses ziemlich eng gesteckt:

»Das Bettungsmaterial soll, sowohl unter den Schwellen, als unter den Steinunterlagen wenigstens 200mm stark sein,« (§ 10 der Grundzüge), andererseits wird man demselben nur ausnahmsweise (z. B. in feuchten Einschnitten) mehr als 0m,3 Dicke unter den Unterlagen geben.

Für secundäre Bahnen wird eine geringere Tiefe des Bettungsmateriales zulässig erachtet. Siehe Grundzüge derselben. (Classe I.) § 10:

»Das Bettungsmaterial soll, unter den Schienenunterlagen wenigstens 150mm stark sein.«

Für Classe II werden wenigstens 130mm und für Classe III 100mm verlangt.

Schliesslich ist noch eines die Unterbettung betreffenden Punktes zu gedenken, hinsichtlich dessen die Ansichten der Techniker auseinander gehen. Man findet auf vielen Bahnen eine Bedeckung der Schwellen mit Bettungsmaterial, während auf andern Bahnen die Bettung in der Höhe der Oberkante der Schwellen aufhört. Zu den letzteren gehören namentlich auch die von Etzel ausgeführten.[5]

Für die Bedeckung der Schwellen wird angeführt, dass die Abwässerung befördert werde, dass die Schwellen länger conservirt würden[6]), dass die Bahn, in Folge der Belastung der Schwellen, fester liege. Nach Ansicht des Verfassers lässt sich über die beiden erstgenannten Punkte streiten. Dagegen dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Bedeckung der Schwellen zu einer festen Lage der Bahn wesentlich beiträgt. Es wird dieser Erfolg der Bedeckung zum Theil in der auf den Schwellen ruhenden Last seinen Grund haben und zum Theil auch darin, dass bei bedeckten Schwellen die Zwischenräume, welche zwischen den Seiten der Schwellen und dem Bettungsmaterial leicht entstehen, durch Nachstürzen des letzteren sich von selbst wieder ausfüllen. Der zuletzt genannte Vortheil ist aber nur bei feinerem Bettungsmaterial zu erwarten, nicht aber bei gröberem Gerölle oder gar bei Steinschlag. Ein anderer sehr wesentlicher Vortheil wird mit dem Bedecken der Schwellen, nach Ansicht des Verfassers, dadurch erreicht, dass der Frost, der schlimmste Feind des Eisenbahnoberbaues, von der Unterkante der Schwellen merklich abgehalten wird. Da nun aber das Bedürfniss hierzu hauptsächlich wieder bei feinerem und weniger reinem Bettungsmaterial hervortritt, während die gröberen Sorten dem Auseinanderfrieren weniger ausgesetzt sind, weil sie das Wasser rascher ableiten, so scheint es zweckmässig zu sein, wenn man bei jedem gröberen Bettungsmaterial und namentlich bei Steinschlag von der Bedeckung der Schwellen absieht.

Von anderen Seiten wird die Ueberdeckung der Schwellen mit Bettungsmaterial unbedingt empfohlen. Man vergl. v. Weber, Die Technik des Eisenbahnbetriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben p. 38 und desselben Verfassers »Stabilität des Gefüges der Eisenbahn-Gleise«, p. 65. Die zuletzt bezeichnete Stelle glauben wir hier aufnehmen zu sollen.

Es wird zunächst erörtert, dass bei der veralteten Anordnung von Erdbanketts neben der Bettung für die Abwässerung der Gleise, die mit flachbasigen Schienen ausgeführt werden, vermöge dieser Construction, nicht ganz Genügendes geschehen konnte, und sodann, als Fehler des Nichtbedeckens der Schwellen, Folgendes gerügt:

»Dies »Nichtgenügende« reducirte sich auf »Nichts« auf den Bahnen, wo man, in wahrhaft unverzeihlicher Unkenntniss der einschlagenden Einwirkungen, die Ueberfüllung der Schwellen mit Bodenmaterial wegliess und dadurch den Ruin der Schwellen und das Ausrosten der Nagellöcher in denselben, sowohl durch die fortwährenden Einflüsse des Wechsels von Nässe und Trockenheit, des Frostes, Sonnenscheins und der parasitischen Vegetation, als auch dadurch beschleunigte, dass man sich die Füglichkeit völlig nahm, der

[5] Noch sparsamer geht man in Amerika mit dem Bettungsmaterial um. Man vergl. die Skizze Organ 1867. p. 21.

[6] Man vergl. u. A. Organ 1866, p. 28.

Erdoberfläche des Bahnkörpers solche Krümmungen zu geben, dass der Abzug eines Theils der atmosphärischen Niederschläge zu Tage hätte bewirkt werden können.«

Bei eisernem Oberbau ist die Anwendung eines guten Bettungsmateriales, namentlich eines reinen Kieses, welcher, wenn nicht zur vollständigen Verfüllung bis zur Bettungssohle vorhanden, doch mindestens bis auf $0^{m},1$ unter den Oberbau greifen muss und darunter durch Steinschlag ersetzt werden kann, für die Haltbarkeit des Gleises von Wichtigkeit. Fast alle neueren Mittheilungen über eiserne Oberbausysteme stimmen darin überein, dass dieselben ohne gutes Bettungsmaterial von mittlerem, gleichmässigen Korn grosse Unterhaltungskosten erfordern. Speciell wird für den Oberbau mit eisernen, trogförmigen Querschwellen eine Bettung verlangt, welche ein wenig thonhaltig ist (s. Organ 1871, p. 21). Der Hartwich'sche Oberbau erfordert in der Nähe der Schienen einen rein gesiebten Kies. Steinschlag allein lässt sich bei diesem Oberbau nicht wohl verwenden, giebt aber eine gute Unterlage für die Kiesschicht.

Beim Hilf'schen Oberbau eignen sich für die Bettung dieselben Materialien, welche auch beim Holzschwellen-Oberbau üblich sind. Steinschotter zu der unteren, nicht zu feiner Kies zu der oberen Lage haben die besten Resultate ergeben. Besonders vortheilhaft erscheint die Anordnung einer Packlage (s. oben p. 297). — Auch ausschliesslich aus Steinmaterial kann eine gute Bettung hergestellt werden, wenn die obersten Schichten entsprechend zerkleinert werden. In Ermangelung von Schotter werden auch Kies und selbst Sand Verwendung finden können, sofern der letztere nur hinreichende Durchlässigkeit besitzt; es sind dabei die gröberen Massen unten einzubringen.

Die Amerikaner befolgen bei Herstellung der Bettung andere Regeln, als wir. Sie bilden das Profil der Bettung so, dass man als Bettungsmaterial auch undurchlässige Materialien verwenden kann, indem sie die obere Profillinie kräftig wölben und dieselbe durch die unteren Kanten der Schwellenköpfe hindurchschneiden lassen. Bei dieser Anordnung eignet sich namentlich ein kiesiger, compacter Lehm als Bettungsmaterial, Sand und Kies aber nur dann, wenn sie bindende Beimengungen enthalten. In losem Sande werden die Schwellen ganz eingebettet, wie in Europa üblich. — Man erspart auf dem angegebenen Wege, welcher sich zur Anwendung bei Secundärbahnen gewiss empfiehlt, grosse Summen, weil gleichzeitig auch eine Einschränkung der Breite des Planums der Erdarbeiten stattfindet.

§ 3. Vorbereitende Arbeiten für die Herstellung des Oberbaues. — Die Arbeiten, welche als Vorbereitungen zum Oberbaulegen erforderlich sind, bestehen in einer erneuten Auspfählung der Bahnachse, in verschiedenartigen Zurichtungen an den Oberbaumaterialien und beim Schwellenoberbau in einer zweckmässigen Vertheilung der Materialien längs der Bahn. In Betreff des zuletzt genannten Punktes entnehmen wir eine Stelle aus einer vom Oberinspector R. Paulus verfassten Abhandlung, welche den Oberbau betrifft:

»Die Manipulationen der Lagerung, Magazinirung und Vertheilung des Oberbaumateriales hängen von verschiedenen Umständen ab und werden sehr häufig von der Dringlichkeit des Bahnbaues und von dem muthmaasslichen Fortschritte der Unterbauarbeiten, der Brücken und Durchlässe so influirt, dass die Sparsamkeit im engeren Sinne schwer durchzuführen ist.

Je schneller der Bau vollendet werden muss und je näher die Vollendung grosser Einschnitte, Aufdämmungen, Tunnels, Brücken oder anderer bedeutender Objecte sich bis an die Zeit erstreckt, wo der Betrieb der Bahn beginnen soll, desto grösser wird die An-

zahl der Lagerplätze für Oberbaumaterialien oder also der Angriffspunkte für das Legen des Oberbaues sein müssen.

Im Durchschnitt sind die Lagerplätze auf 12 Kilom. Entfernung von einander und im Allgemeinen so anzulegen, dass die Oberbaumaterialien auf den Gefällen der Bahn abwärts transportirt werden.

Die Bestimmung der Lagerplätze hängt aber auch von der Lage der Bahn zu einer fahrbaren Strasse, von den Hauptbezugsorten der Schwellen und der Schienen ab, so dass es oft zur Nothwendigkeit wird, da, wo es nicht mit unverhältnissmässigen Kosten verbunden ist, Nothbrücken und Nothgleise herzustellen.

Sehr häufig muss auch der Oberbau zur Beschaffung des Schotters dienen und deshalb oft viele Meilen lang sehr frühzeitig noch vor dem Einbringen des Schotterbettes gelegt werden.

Es kann also die Lagerung, Magazinirung und Vertheilung der Oberbaumaterialien nur nach einem gründlichen Studium der allgemeinen Verhältnisse einer Bahnlinie festgestellt werden und ist es oft trotz aller Vorsicht nicht zu vermeiden, dass die festgesetzten Lagerplätze später, wenn das Legen des Oberbaues beginnen soll, theilweise dem Zwecke nicht ganz gut entsprechen, weil während der Zufuhr dieser Oberbaumaterialien und während der Ausführung des Unterbaues sich die Verhältnisse ändern und Arbeiten hinter anderen zurückbleiben, bei welchen vorauszusetzen war, dass sie früher vollendet sein würden.«

Die Absteckung der Mittellinie der Bahn, welche der Herstellung des Oberbaues voranzugehen hat, ist mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen. Es dient zur Erleichterung dieser Arbeit, wenn man während des Baues möglichst viele Punkte der Bahnachse nach Lage und Höhe conservirt hat. Zu diesem Zweck ist zu empfehlen, schon beim Beginn der Erdarbeiten über Stationspfählen, bei denen die Aufträge mässige Höhen haben, stark verstrebte und sehr kräftige Pfähle aufzurichten, welche bis zum Schienenkopf oder bis zu einem bestimmten Maass unter dieser Höhe reichen. Von diesen Pfählen ausgehend wird alsdann nach gehöriger Justirung derselben die Aussteckung der Bahnachse vorgenommen.

Man verwendet hierzu eichene Pfähle von etwa $1^m,2$ Länge und $0^m,1$ Seite, welche für gerade Linien in 100^m, für Curven je nach der Krümmung derselben in 50^m oder 25^m Abstand gesetzt werden. Die Mittellinie der Bahn wird auf denselben durch einen Sägeschnitt, durch ein eingebohrtes Loch oder durch einen starken Stift bezeichnet. Die Verwendung von Stiften wird beispielsweise in Curven zweckmässig sein, um eine Schnur an ihnen zu befestigen. Von der Schnur aus können dann die Schienen nach Stichmaassen leicht richtig gelegt werden.

Es ist namentlich auf frischgeschütteten Dämmen zweckmässig, wenn man die Pfähle nicht auf Schienenkopfhöhe abschneidet, sondern durch einen horizontal geführten Sägeschnitt und Abspalten eines Stücks des Pfahles einen Absatz an demselben herstellt, durch welchen die Schienenkopfhöhe markirt wird. Man hat alsdann nicht nöthig, bei vorkommenden Senkungen der Dämme sofort einen neuen Pfahl zu schlagen, auch lassen sich an Pfähle, die in beschriebener Weise zugerichtet sind, die Richtscheite bequem legen.

Ausser den bereits erwähnten Punkten sind die Anfangspunkte der Curven und die Knickpunkte des Längenprofiles (Neigungswechsel, Visirbrüche) durch Pfähle zu markiren.

»Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Uebergänge mittelst möglichst schlanker Curven von mindestens 2000^m Radius abzurunden.« (§ 2 der Grundzüge.)

Die Gründe der genannten Anordnung liegen auf der Hand. Betrachtet man beispielsweise ein an eine Horizontale sich anschliessendes stärkeres Gefälle (etwa 1 : 40), so sieht man, dass der Winkel gross genug ist, um die Mittelachse an einem dreiachsigen Fahrzeuge fast ganz zu entlasten und überhaupt die Vertheilung der Last auf die Triebräder der Locomotive gänzlich umzukehren.

Obwohl es nun keine Schwierigkeiten haben würde, für die einzelnen Fälle

der Ausführung die Berechnung der Höhenpunkte unter Annahme eines bestimmten Radius für den zur Ausrundung verwendeten Kreisbogen vorzunehmen, so giebt man doch für die Ausführung behufs Zeitersparung einfachere Regeln.

Für Bahnen mit schwachen Steigungen genügt die Angabe eines bestimmten Maasses, um welches das Gleis beim Neigungswechsel in die Höhe zu ziehen ist. Dieses Maass ist beispielsweise bei der schlesischen Gebirgsbahn auf 52^{mm} (2 Zoll) festgesetzt, wenn an eine Horizontale eine Steigung von 10^{mm} sich anschliesst und auf 26^{mm} (1 Zoll), wenn die Steigung 5^{mm} oder geringer ist (Zeitschr. f. Bauw. 1865, p. 202).

Kommen dagegen verschiedenartige und starke Neigungen in Frage, so kann man von nachstehendem Schema Gebrauch machen, welches aus einer für die Orleans-Centralbahnen erlassenen Instruction entnommen ist.

Man sieht aus der Figur, dass von 10^m zu 10^m das Steigungsverhältniss um 1^{mm} zunimmt. Das dargestellte Polygon ist einer Parabel umschrieben, deren Gleichung $= \frac{x^2}{2 \cdot 10000}$ ist und deren Scheitel 5^m links von dem mit 0 bezeichneten Punkte liegt.[7])

Aus der Figur lassen sich sowohl die Längen, über welche die Vermittelung der Gefälle sich erstreckt, wie die Erhöhung jedes Zwischenpunktes in allen Fällen sofort entnehmen.

Fig. 1.



Es sei z. B. eine Steigung von $3,7^{mm}$ in eine Steigung von $9,3^{mm}$ überzuführen. Man wird alsdann so verfahren, als ob es sich um Steigungen von 3 und resp. 10^{mm} handelte. Das einzulegende Polygon wird 7 Ecken, den Punkten 3 bis 9 obiger Figur entsprechend, erhalten. Die Ordinate jedes Endpunktes erhält man, indem man von den in der Figur angegebenen Ordinaten diejenige des Anfangspunktes 3 (= 0,06) abzieht. Die Länge der Vermittelungsstrecke ist 60^m. Die Beseitigung der Brüche der Zahlen 3,7 und 9,3 hat lediglich zur Folge, dass der Uebergang am Anfang und am Ende des Polygons um so sanfter wird.

Wenn Steigungen zu vermitteln sind, deren Differenz kleiner als 0,002 ist, so sind wesentliche Veränderungen in der Höhenlage der Bahn nicht vorzunehmen.

---

7) Man vergl. auch Zeitschr. f. Bauwesen 1868, p. 433; ferner: Ernst und Gottsleben, Handbuch für Gleiseanlagen, p. 393 und Annales des ponts et chaussées: Note sur le raccordement des déclivités par Nördling.

Es muss hier hervorgehoben werden, dass bei stärkeren Steigungen (d. h. bei solchen, welche das Maass von etwa 7mm pro Meter übersteigen,) die Veränderungen in der Höhenlage der Bahn, welche Folge der Vermittelung der Gefälle sind, schon bei den speciellen Vorarbeiten, den Erdarbeiten und unter Umständen selbst bei den Kunstbauten berücksichtigt werden müssen, und ferner, dass beim Auspfählen der Bahnachse zum Zweck des Oberbaulegens in der Regel auf Anordnung von Uebergangscurven (s. § 11 dieses Capitels) Bedacht zu nehmen ist.

§ 4. Vorbereitende Arbeiten. (Fortsetzung.) — Die Schwellen und Steinwürfel bedürfen in der Regel, die Schienen ausnahmsweise einer Zurichtung bevor sie verbaut werden.[8] Die betreffenden Arbeiten sollen im Nachstehenden kurz erörtert werden.

Einschneiden der Schwellen. Die Herstellung der Einschnitte in die Schwellen, durch welche die richtige Neigung der Schienen hervorgerufen wird, verlangt man hie und da von den Lieferanten, an anderen Orten beschafft man die Schwelleneinschnitte auf den Hauptdepots mittelst besonderer Vorkehrungen (Schwellenhobelbänke, Schwellenhobelmaschinen), ein drittes Verfahren besteht darin, dass man die Einschnitte nicht lange vor dem Verlegen der Schwellen von Arbeitern mit gewöhnlichem Handwerkszeug machen lässt.

Die für die Braunschweigischen Bahnen construirten, mit Dampf betriebenen Maschinen, welche im Organ 1862, p. 107 beschrieben sind, besorgen sowohl die Herstellung der Einschnitte, wie das Bohren der Löcher für die Befestigungsschrauben und sind, wenn sie mit einer vorhandenen Dampfmaschine in Verbindung gesetzt werden können, für Bahnen, auf denen die Schienen mit Schrauben befestigt werden, gewiss zu empfehlen. Dagegen scheint es fraglich, ob die Benutzung der sogenannten Schwellenhobelbänke[9] der gewöhnlichen Handarbeit vorzuziehen ist.

Die Arbeit bei Herstellung der Schwelleneinschnitte mit gewöhnlichen Werkzeugen ist einfach. Man giebt den Arbeitern genaue eiserne Schablonen, welche, wie die Figuren 1—4, Tafel XVIII zeigen, für die Mittelschwellen etwas andere Dimensionen haben, als für die Stossschwellen, lässt mit der Säge einschneiden und mit Dechsel und Hobel nacharbeiten.

Statt der durch die Zeichnung dargestellten Schablonen kann man, vielleicht mit Vortheil, auch solche verwenden, welche nur das Längenprofil der eingeschnittenen Schwellen zeigen, unter Zuhülfenahme von zwei kurzen Richtscheiten, durch welche man den Parallelismus der unteren Kanten der Einschnitte prüft.

Durch die Schwellenhobelbänke wird nicht selten nur ein scheinbarer Vortheil erzielt, der in einer geringen Ersparung bei den Kosten der Herstellung der Schwelleneinschnitte besteht. Dagegen ist in Anschlag zu bringen, dass durch gewöhnliche

---

[8] Für die schweizerische Centralbahn hat Etzel auch die Stossplatten besonders vorrichten lassen, indem er die Nagellöcher nachfeilen und namentlich die Auflagerflächen mit der Feile genau eben arbeiten liess.

[9] Zeichnungen in: »Beschreibung der Bauwerke der Herzogl. Braunschweigischen Südbahn«. Braunschweig, Vieweg und Sohn, und in der Sammlung von Autographien des Züricher Polytechnikums 1862. Im Organ 1871 (p. 182) werden die Schwellenhobel von Kolt et Frères in Strassburg gelobt.

Ransome's Zuricht-Maschine für Eisenbahnschwellen ist beschrieben: Engineering (Deutsche Ausg.) 1875, März. p. 116.

Ueber Aufstapeln von Schwellen vergl. Deutsche Bauzeit. 1875, p. 290.

Handarbeit die Einschnitte solider hergestellt werden, weil die Arbeiter die Tiefe derselben der Beschaffenheit der einzelnen Schwellen leichter anpassen können, und dass bei Ausführung der Einschnitte auf den Lagerplätzen an der Bahn, also nach dem Präpariren, ein nachträgliches Werfen der Schwellen weniger zu fürchten ist. Hierin sind die Gründe zu suchen, weshalb die Schwellenhobelbänke sich bis jetzt keineswegs allgemeinen Eingang verschafft haben.

Es ist hie und da üblich, die eingeschnittenen Stellen der Schwellen zu theeren, eine Maassregel, deren geringe Kosten sich wohl bezahlt machen dürften.

Das Bohren der Steinwürfel ist hier zu erwähnen, insofern dasselbe nicht selten getrennt von der Lieferung der Würfel auf den Lagerplätzen der Verwaltungen ausgeführt wird. Man hat verschiedene Versuche gemacht, diese Arbeit durch mechanische Vorkehrungen zu erleichtern.

Schon im polyt. Centralblatt 1838, p. 959 findet man eine Maschine zum Ebenen und Bohren von Grundsteinen für Eisenbahnen. Etwas vollkommener erscheinen die Vorrichtungen, welche im Organ 1868, p. 73 und p. 175 erwähnt werden. Bei der zuletzt citirten Maschine, welche durchgehende Löcher für Schraubenbefestigung bohrt, wirken die Bohrer in verticaler Stellung von unten. Für die Württembergischen Bahnen wurde s. Z. eine Maschine construirt, bei welcher rotirende Bohrer, in schräger Stellung von unten wirkend, durchgehende Löcher bohrten. Bei dieser Stellung der Bohrer wird auch das Aufbringen der Steine auf das Bohrgerüst erleichtert. Es hat sich indess die Befestigung der Schienen mit durchgehenden Schrauben und die damit Hand in Hand gehende Verwendung von weicheren Steinsorten, welche eine Anwendung von Dübeln nicht vertragen, nicht bewährt. Die Schraubenbefestigung ist nicht nur theuerer, als die Dübelbefestigung, sondern auch complicirter und wenig solide. Bei Herstellung der Dübellöcher wurden in Württemberg mit Erfolg Schlagbohrmaschinen verwendet, bei denen der Stein in aufrechter Stellung eingeklemmt wird; die Führung des Bohrers ist nahezu horizontal. Vielleicht würden sich für genannten Zweck auch Diamantbohrer mit Vortheil verwenden lassen.

Biegen der Schienen. Ein sorgfältiges Biegen der Schienen vor dem Verlegen derselben in die Bahn ist eines der besten Mittel, um eine genaue Lage der Gleise in den Curven zu erzielen.

Vorrichtungen zum Biegen der Schienen sind in grosser Anzahl construirt. Von den sogenannten Schienenbiegmaschinen sind auf Tafel XVIII zwei Arten dargestellt. Diejenige von Köhler[10]) (Fig. 5 bis 7) wird einer Beschreibung kaum bedürfen. Die Figuren 5 und 6 stellen die Hälfte der Seitenansicht und des Grundrisses dar. In den Figuren 8 und 9 ist in grösserem Maassstabe die am Ende des Baumes $A\ A$ angebrachte Vorkehrung gezeichnet, welche zur richtigen Normirung des Maasses der Durchbiegung dient. Detaillirte Angaben über diese ziemlich verbreitete Vorrichtung findet man E. V. Z. 1864, p. 324 (auch Organ 1865, p. 25). Die Fig. 10 zeigt die Unterstützung der Schiene durch die Vorsprünge B.

In Fig. 11 ist ein skizzirter Durchschnitt der Schienenbiegmaschine dargestellt, welche u. A. auf den von Etzel ausgeführten Bahnen zur Anwendung gekommen ist (vergl. Eb. Z. 1847, p. 199). Die Walzen $W,\ W_{\prime\prime}$ ruhen in festen Lagern, die Walze $W_{\prime\prime\prime}$ ist verstellbar. Durch die punktirten Linien sind die Räder und Getriebe angedeutet, durch welche die Walzen in Bewegung gesetzt werden. Auf verwandten Principien beruhen die Schienenbiegmaschinen, welche im Organ 1864, p. 187 und 1868, p. 156 beschrieben und abgebildet sind.

---

[10]) Ganz ähnlich ist die bereits früher vom Eisenbahndirector von Weber construirte Maschine, welche im polyt. Centralblatt 1848, p. 273 beschrieben ist. Man vergl. auch Dingler's polyt. Journal, 167. Bd., p. 412.

Auch die hydraulische Presse wird beim Biegen der Schienen benutzt. Die betreffende Vorrichtung, welche im Organ (Jahrgang 1870, p. 42) beschrieben ist, soll sehr compendiös und bequem zu handhaben sein. Sonstige, neuere Schienenbiegmaschinen sind diejenigen von Emmerson (s. Organ 1872, p. 211); von Schrabetz (daselbst 1874, S. 172); von Vojáček, Musterconstructionen für Eisenbahn-Bau. I. Bd. Ser. Q. (Die Eisenbahn. III. Bd. 1875, p. 226) u. A.

Die verschiedenen Verfahren Schienen ohne Anwendung besonderer Apparate zu biegen ausführlich hier zu besprechen, würde zu weit führen. Es mögen noch erwähnt werden: das Biegen mit der Schraubenzwinge (vergl. Goschler »Traité etc.«, p. 379), das Biegen mit Wagenwinden (früher auf den Hannoverschen Bahnen gebräuchlich), das Biegen mit Hülfe eines Ballhammers (s. Paulus, der Eisenbahn-Oberbau, p. 132) und das Biegen durch Fallenlassen der Schienen auf Bahnschwellen.

Man wird im Allgemeinen, wenn Schienen in geringer Anzahl und unmittelbar vor dem Verlegen zu biegen sind, mit einfachen Vorkehrungen und namentlich mit dem Biegen der Schienen durch Fallenlassen sich begnügen, wobei ein Apparat nicht erforderlich ist. Wenn dagegen die Schienen in grösseren Massen auf den Depots gebogen werden, so dürften die Schienenbiegmaschinen den Vorzug verdienen.

Gussstahlschienen lassen sich mit gewöhnlichen Vorrichtungen nicht gut biegen. Es wird deshalb empfohlen, dieselben im warmen Zustande auf den Walzwerken biegen zu lassen.

Sämmtliche Vorrichtungen zum Biegen der Schienen können auch benutzt werden, um verbogene Schienen wieder gerade zu richten.

Ausklinken der Schienen. Abhauen derselben. Bohren von Löchern für die Laschenschrauben. Diese Arbeiten kommen beim Neubau der Bahnen nur ausnahmsweise, z. B. bei der Herstellung von Curven vor, eine grössere Rolle spielen dieselben bei der Unterhaltung des Oberbaues.

Beim Einhauen neuer Klinkstellen gebraucht man mit Vortheil einen sogenannten Klinkambos (Tafel XVIII, Fig. 12 und 13 — unten links), mit dessen Anwendung unter Zuhülfenahme eines Setzhammers die Klinkstellen rascher und besser hergestellt werden, als mit einem Meissel.

Dagegen hat man beim Abhauen der Schienen zum Meissel zu greifen, indem man mit demselben eine Vertiefung rings um das ganze Schienenprofil herstellt, dann das zu beseitigende Ende abschlägt und die Bruchfläche mit dem Meissel und der Feile nacharbeitet.

Namentlich bei abgehauenen Schienen ist es zu empfehlen, die oberen Kanten des Schienenkopfes mit der Feile zu brechen. Einige Verwaltungen haben ein solches Abfasen der Schienenköpfe allgemein eingeführt, weil dadurch das schädliche Auswalzen von Eisenblättern von einer Schiene auf die benachbarte, wie man es bei stark befahrenen Bahnen nicht selten beobachtet, verhindert wird.

Zum Bohren neuer Laschenschraubenlöcher bedient man sich häufig des auf Tafel XVIII, Fig. 14 in der Ansicht dargestellten, im Grundriss U-förmigen eisernen Bügels und einer gewöhnlichen Bohrratsche, eine Vorrichtung, welche auch sonst vielfach benutzt wird und weiterer Erläuterung nicht bedarf. Bessere Dienste jedoch leistet eine Vorrichtung, bei welcher Bügel und Ratsche zu einem Ganzen vereinigt sind (s. Die Eisenbahn. IV. Bd. 1876, p. 55 u. Musterconstructionen für Eisenbahnbau. I. Bd. Ser. Q.)

Die Verwendung complicirterer Apparate (über welche Goschler I, p. 379, Couche I, p. 263 und Organ. 1872, p. 245 zu vergl.) erscheint gerechtfertigt, wenn bei nachträglicher Verlaschung von Schienensträngen die Löcher in grösserer Anzahl anzufertigen sind.

Beim Hilf'schen Oberbau bestehen die vorbereitenden Arbeiten im Lochen der Lang- und Querschwellen, in der Befestigung der Schienen auf den Langschwellen und im Biegen der Querschwellen. Diese »Montirungsarbeiten« werden in eigens hergerichteten Montirungswerkstätten vorgenommen.

Beim Lochen der Langschwellen werden zunächst die Mittelpunkte für die Bolzenlöcher nach Schablonen mittelst Körnern auf die Langschwellen vorgezeichnet. Dieses Verkörnen geschieht nur für eine der beiden parallelen Lochreihen, weil die Lochmaschine so angeordnet ist, dass je zwei zusammengehörige Löcher gleichzeitig gelocht werden. Nach Herstellung der Löcher erfolgt sofort das Aufschrauben der Schienen auf die Langschwellen, mit Hülfe der Schraubenbolzen und Deckplättchen.

Für die Curven werden die Langschwellen nicht gebogen, es werden vielmehr die Bolzenlöcher der Art auf der Langschwelle angebracht, dass nur die Schienen die erforderliche Krümmung erhalten. Vorheriges Biegen der Schienen ist nicht erforderlich.

Zum Aufbiegen der Querschwellen dient eine Biegmaschine, welche mittelst eines von einem Excenter bewegten Daumens einen einmaligen starken Druck auf die Mitte der Querschwelle ausübt.

Wegen der Einzelnheiten der fraglichen Arbeiten sind die ausführlichen Mittheilungen in Hilf: »Der eiserne Oberbau« zu vergleichen, woselbst man auch Zeichnungen einer Montirungswerkstätte und der oben erwähnten Maschinen findet.

§ 5. Anordnung der Schienenstösse und Lage der Querschwellen. — Man pflegt den Lieferanten der Schienen in der Regel zu gestatten, ausser den Schienen von normaler Länge (neuerdings gewöhnlich 7^m) auch kürzere Schienen von 6^m, 5^m und 4^m Länge in beschränkter Anzahl (ca. 20% des Bedarfs) zu liefern, weil man bei geeigneter Disposition die letzteren ganz wohl verwenden kann.

Im Allgemeinen wird man die kürzeren Schienen den Bahnhöfen und den Gleisen in der Nähe der Bahnhöfe zuweisen, überhaupt also den Stellen, auf denen langsamer gefahren wird. Eine Ausnahme machen indess die stark befahrenen Gleise grosser Bahnhöfe, welche mitunter mehr in Anspruch genommen werden, als die Gleise der freien Bahn.

Indess auch an einzelnen Stellen der letzteren kann man kürzere Schienensorten mit Vortheil verwenden, beispielsweise vor kleineren Brücken, um eine der Construction günstige Lage der Schienenstösse auf der Brücke zu erhalten. Es dürfte ferner zu empfehlen sein, durch ein ähnliches Verfahren die Schienenstösse aus den Ueberfahrten zu entfernen, wenn anders die Breite der Fahrbahn derselben dies überhaupt gestattet. Die wunden Stellen des Oberbaues in den Ueberfahrten sind in der Regel die Schienenstösse, so dass man durch jene einfache und kostenlose Maassregel eine merkliche Verbesserung des Oberbaues erreicht.

Eine Verwendung kürzerer Schienen, um die Verluste durch Verhau möglichst einzuschränken, wird ferner am Platze sein, wenn zwei an verschiedenen Stellen in Angriff genommene Gleisstrecken zusammentreffen, wenn man in Curven eine Versetzung der Stösse eintreten lassen will (s. § 10) u. s. w. Man muss indess für diese und ähnliche Fälle auch eine Minimallänge der ausnahmsweise zu verwendenden Schienen feststellen. Bei guter Construction der Stossverbindungen kann man wohl unbedenklich bis auf $2^m,5$ hinabgehen. Manche Verwaltungen schreiben indess ein grösseres Maass (bis $3^m,6$) vor.

Die normale Lage und Anordnung der Bahnschwellen ist bei 7^m und 6^m langen Schienen bekanntlich der Art, dass ausser der Stossschwelle 7, bezw. 6 Mittelschwellen

gelegt werden. Den Abstand zwischen der Stossschwelle und der benachbarten Mittelschwelle pflegt man $0^m,1$ bis $0^m,2$ kleiner zu machen, als die Abstände von Mittelschwelle zu Mittelschwelle. Manche Verwaltungen lassen die letztgenannten Abstände vom Ende der Schienen nach ihrer Mitte allmählich wachsen. 5^m lange Schienen erhalten fünf Mittelschwellen, bei 4^m langen sind allenfalls drei ausreichend. Beim Verlegen der Schwellen bedient man sich besonderer Maasslatten, auf denen die Lage der Schwellen deutlich verzeichnet ist.

Als Ausnahme von vorstehender Regel sind folgende Fälle namhaft zu machen:

1. Bei schwebenden Stössen legt man die Schwellen rechts und links vom Stoss so nahe, wie die Rücksichten auf das Unterstopfen irgend gestatten (in $0^m,55$ bis $0^m,65$ Abstand) und wendet im Uebrigen gleichmässige oder nahezu gleichmässige Abstände an. Die Zweckmässigkeit dieser Anordnung ist bestätigt durch Versuche, über welche v. Weber in dem Werke »Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise« (p. 121 ff.) Mittheilung macht. Dieselben haben für die Praxis die Regel ergeben, dass unter Anwendung einer guten Laschenkuppelung ein in allen Theilen fast genau an Tragfähigkeit gleiches Gleisgestänge hergestellt wird, wenn man (bei schwebenden Stössen) die Distanz der Schwellen zu 0,6 derjenigen der übrigen Schwellen nimmt und diese gleichmässig unter die Schienen vertheilt.

2. Auf den Linien der österreichischen Südbahngesellschaft kommt für Strecken, welche ungünstige Steigungs- und Krümmungsverhältnisse haben, eine Vermehrung der Anzahl der Schwellen in der Weise zur Anwendung, dass die Schienen von 21′ österr. ($6^m,636$) Länge eine Stossschwelle und 7 Mittelschwellen erhalten. Dieselbe Anordnung ist auch auf den Orleans-Centralbahnen für stark geneigte Strecken getroffen.

3. Bei secundären Bahnen mit leichten Schienen geht man mitunter über die auf Hauptbahnen übliche Anzahl der Bahnschwellen hinaus. Beispielsweise sind für die Bahn von Freiburg nach Breisach bei einem Schienengewicht von 54,48 Pfund pro Meter unter den $7^m,5$ langen Schienen 9 Schwellen verwendet. Die Schienen sind mit schwebenden Stössen verlegt, die Mittenentfernung der dem Stoss zunächst liegenden Schwellen beträgt $0^m,540$, die übrigen Schwellen haben $0^m,870$ Mittenentfernung. — Der Erfolg dieser Anordnung ist abzuwarten. Bei stark befahrenen Bahnen hat man bislang durch Vermehrung der üblichen Schwellenzahl unter zu leichten Schienen nennenswerthe Resultate nicht erzielt.

§ 6. Legen des Oberbaues, namentlich in gerader Bahn. — Ueber den Gang der Arbeiten beim Legen des Oberbaues geben die hierüber veröffentlichten Instructionen den besten Aufschluss.

(Hannov. Instruction. Organ 1855, p. 34 — auch Eb. Z. 1855, p. 45. — Instruction der schlesischen Gebirgsbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1865, p. 194 — auch Organ 1865, p. 250. — Instruction für die Linien der österreichischen Südbahngesellschaft in Paulus »Der Eisenbahn-Oberbau« u. A.)

Die älteren Instructionen empfehlen der Hauptsache nach nachstehende Reihenfolge der Arbeiten:

Herstellung der Bettung, nahezu bis Schwellenunterkante, jedoch in einer gegen das Normalquerprofil etwas eingeschränkten Breite, um Materialverluste während der Arbeit zu vermeiden.

Abstecken der Gleismitte,

Auslegen der Schwellen, thunlichst in die richtige Lage,

Auslegen der Schienen und eventuell der Stossplatten,

Anbringen der Laschen,

Nageln der Stösse und vorläufiges Anstopfen der Stossschwellen auf richtige Höhe,

Nageln der Mittelschwellen, wobei dieselben mit Wuchtebäumen angehoben werden,

Unterstopfen der Schwellen. (Die Mitten derselben sind nicht so fest zu stopfen wie die Enden.)

Nachrichten des Gestänges, Nachschrauben der Laschen,

endlich, einige Zeit nach Vollendung der übrigen Arbeiten, Ueberdecken der Schwellen, sofern diese Arbeit überhaupt vorgenommen wird.

In einzelnen Punkten hiervon abweichend sind die Vorschriften der österreichischen Südbahngesellschaft, in welchen eine weitere Ausbildung des von Etzel bei der schweizerischen Centralbahn eingeführten Verfahrens sich kund giebt.

Es werden zunächst nur die Stossschwellen ausgelegt und zwar etwa $0^m,03$ über ihrer normalen Höhe und hohl in der Mitte. Sodann werden die Stossplatten und die Schienen aufgebracht und richtig gelegt, worauf den Stossschwellen durch Schläge mit der Handramme auf die Stösse der Schienen die richtige Höhe gegeben wird. Nachdem auch die Richtung der Schienenlage controlirt ist, werden alle Stösse der Schienen genau nachgesehen, es wird untersucht, ob die Köpfe der Schienen genau zusammenpassen, die Füsse derselben auf den Bodenflächen und an den äusseren Rändern der Unterlagsplatten vollkommen dicht anliegen u. s. w. Zeigen sich hierbei Mängel, so werden dieselben durch Meisseln und Feilen an den Schienenfüssen beseitigt.

Hierauf werden die Schienen zur Seite gelegt, die Mittelschwellen sofort beim Einbringen derselben in ziemlich genaue Höhenlage und die Schienen von Neuem zur Stelle gebracht. Das Nageln erfolgt in gewöhnlicher Weise (zuerst am Stoss), das Unterstopfen derart, dass die Schienen ein wenig (7 bis 12^{mm}) über dem richtigen Niveau liegen, so dass beim schliesslichen Nachrichten des Gestänges nur noch gerammt und nicht mehr gestopft zu werden braucht. —

Es sind nunmehr noch einige Einzelnheiten in Betreff des Legens des Oberbaues hervorzuheben.

1. »**Die Befestigung der Stossverbindung muss den erforderlichen Spielraum für Temperaturveränderungen gestatten.**« (§ 20 der Grundzüge.)

Wenn 6^m lange Schienen verwendet werden, so kann als geringstes Maass für den genannten Spielraum bei Frostwetter 6^{mm}, bei heissem Wetter 2^{mm} angenommen werden (oder bei kaltem Wetter 1^{mm} für jeden Meter der Schiene). Es ist indess zu empfehlen, den Spielraum eher etwas grösser als kleiner zu nehmen und in drei Abstufungen von 2 bis 8^{mm} fortzuschreiten. Die hohe, die Luftwärme weit übersteigende Temperatur, welche die Schienen im Sonnenschein annehmen, und die Rücksicht auf die bei Annahme der Schienen hinsichtlich ihrer Länge übliche Toleranz rechtfertigen die grösseren Spielräume.[11])

Zur Herstellung des richtigen Abstandes der Schienen bedient man sich kleiner Bleche (Temperaturbleche), von denen in den Fig. 16 und 17, Tafel XVIII zwei Formen dargestellt sind. Die einfache viereckige Form dürfte vorzuziehen sein. Es erleichtert die Unterscheidung der Sorten, wenn dieselben mit verschiedenen, lebhaften Farben angestrichen werden. Uebrigens sind zwei Sorten (Bleche von 2^{mm} und solche von 6^{mm} Dicke) zur Herstellung der verschiedenen Abstände ausreichend.

---

[11]) Man vergl. hierüber auch Couche »Voie etc.« I, p. 150.

An dieser Stelle sind noch die Vorrichtungen zu erwähnen, welche man bei grossen eisernen Brücken zur Ausgleichung derjenigen Längenveränderungen des Schienengestänges anzuwenden pflegt, welche Folge der Ausdehnung und Zusammenziehung der Brückenträger sind. Bei Brücken von mittlerer Grösse ist die Anwendung solcher Dilatationsplatten kaum erforderlich. In den Fig. 18 bis 20, Tafel XVIII ist die Dilatationsplatte der Orientbahn dargestellt, wie sie für Brückenlängen von 150 bis 300^m angewendet wird. Die Construction soll sich bewährt haben. Diejenige, welche für die Kölner Rheinbrücke zur Ausführung gekommen ist, findet man Zeitschr. für Bauw. 1863, Bl. 39. Die Compensationsvorrichtungen bei grösseren Brücken der Niederländischen Staatsbahn sind besprochen im Organ 1872 (p. 161), diejenigen der Elbbrücke bei Dömitz in der Zeitschr. des Arch.- u. Ingen.-Ver. f. Hannover 1876, p. 247. Nach den bei ersteren gemachten Erfahrungen ist es zweckmässig, eine Vorrichtung anzuwenden, bei welcher eine überhöhte Aussenlasche angebracht ist, die sich nicht auf den Schienenfuss, sondern direct auf die Unterlagsplatte stützt.

2. Beim Auslegen der Schienen ist das Schriftzeichen der Fabrik (Fabrikstempel und Jahreszahl) in der Regel der Innenseite des Gleises zuzukehren, an derselben Seite ist Jahr und Monat der Verlegung der Schienen mit Punzen zu markiren, wenn anders, wie jetzt vielfach gebräuchlich, während einer bestimmten Reihe von Jahren die Fabrik für die Schienen Garantie leisten muss. Die bezeichnete Maassregel dient zur leichteren Auffindung der Zeichen, welche im Laufe der Jahre leicht undeutlich werden.[12] Hier und da werden auch die eingepunzten Marken unter den Laschen angebracht, um sie besser zu conserviren.

Die Muttern der Laschenschrauben bringt man gewöhnlich an den Aussenseiten des Gleises an.

3. Wenn Hakennägel zur Anwendung kommen, wird ein Vorbohren der Schwellen bei gutem Material in der Regel nicht erforderlich sein. Wo dasselbe stattzufinden hat (bei spröden, eichenen Schwellen und trockener Witterung), muss das Bohrloch etwa halb so weit gemacht werden, wie der Nagel stark ist und auch nur bis auf halbe Tiefe geführt werden. Beim Eintreiben der Nägel sind schwere Hämmer und kräftige Schläge zu verwenden, weil die Haltkraft des Schienennagels auf einem Hinunterziehen der benachbarten Holzfasern zum guten Theil beruht. Sobald die Nagelköpfe dem Schienenfuss sich nähern, müssen indess die Schläge weniger kräftig geführt werden. Es ist ferner zweckmässig und üblich, die an der Schiene einander gegenübersitzenden Nägel nicht in dieselbe Längsfuge des Holzes, sondern etwas versetzt einzuschlagen.

Bei Anwendung von Hutschrauben ist das Vorbohren von Löchern für dieselben Regel. Die Bohrlöcher werden alsdann auf volle Tiefe geführt. Der Durchmesser des Bohrers entspricht der Stärke des Kerns der Schraube.

4. Der allgemeine Grundsatz der technischen Vereinbarungen (I. § 17)

»Die Oberflächen der beiden Schienen eines Gleises müssen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen.«

kann eine Ausnahme in Betreff der erstmaligen Herstellung des Gleises auf frisch geschütteten Dämmen erleiden, woselbst es zweckmässig ist, die der Böschungskante zugekehrten Schienen Anfangs etwas höher zu legen, weil statt der Ueberhöhung doch in kurzer Zeit eine Senkung der Schienen eintritt.

[12] Abweichend hiervon ist für die schlesische Gebirgsbahn und für die Venlo-Hamburger Bahn angeordnet, dass die Schriftseiten der Schienen nur dann nach Innen zu legen sind, wenn nicht eine vorherige Untersuchung ergeben hat, dass für das bessere Passen der Schienen eine Umwechslung der Schriftseiten sattfinden muss. Zeitschr. f. Bauw. 1865, p. 294.

5. Wenn die Gewinnungsstellen des Bettungsmateriales sich in sehr grosser Entfernung von den Verbrauchsstellen befinden, so kann es mitunter geboten sein, das Gleis ohne Bettung oder auf eine unvollständige Bettung zu verlegen und dasselbe zum Transport des Bettungsmateriales zu benutzen. Man wird aber in solchen Fällen stets zu berücksichtigen haben, dass durch eine derartige Verwendung der Oberbau trotz aller Vorsichtsmaassregeln leidet und demnach das genannte Verfahren nur dann eintreten lassen, wenn erhebliche Ersparnisse damit verbunden sind. Jene Vorsichtsmaassregeln bestehen im Folgenden: Locomotiven dürfen so wenig wie möglich auf dem unfertigen Gleise fahren; das provisorische Legen des Gleises ist mit Sorgfalt vorzunehmen; das Bettungsmaterial wird auf einmal für eine grössere Strecke angefahren, worauf dann das Heben des Gleises auf volle richtige Höhe, aber unter Inangriffnahme längerer Strecken und vorsichtiger Hebung derselben erfolgt; an den Stellen, woselbst mit dem Heben angefangen und aufgehört wird, müssen die Laschen gelöst sein, auch dürfen daselbst die Schienennägel nicht zu fest sitzen u. s. w.

6. Bei regelrechtem Gange der Arbeit werden die Schwellen und Schienen in Quantitäten, welche dem Fortschritte der Arbeiten während eines oder zweier Tage entsprechen — wenn thunlich des Nachts — auf Transportwagen bis ans Ende des fertigen und unterstopften Gleises gefahren und von da bis zur Verbrauchsstelle getragen. Diese Regel gilt indess nur für die sorgsam ausgeführten europäischen Bahnen und es ist interessant, hiermit das Verfahren zu vergleichen, wie es z. B. in Amerika bei der Pacificbahn üblich und im Organ 1868, p. 114, auch in »Die Eisenbahn« V. Bd. p. 50 geschildert ist. Ueber die bei dieser Bahn verwendete Bahnlege-Maschine vergl. man Organ 1869, p. 70.

§ 7. Geräthe, welche bei den vorhin beschriebenen Arbeiten benutzt werden. — Nachstehend folgt eine Uebersicht der beim Oberbaulegen gebrauchten Werkzeuge und Geräthe, soweit dieselben eigenthümlicher Art sind. Eine Kenntniss derselben ist erforderlich, weil gute Geräthe viel zu rascher Förderung der Arbeit beitragen und weil dieselben in vielen Fällen und namentlich für die Zwecke der Bahnunterhaltung direct seitens der Eisenbahnverwaltungen angeschafft werden.

Hier sind zu nennen:

1. Die Schienenzange. Das Tragen der Schienen auf der Schulter ist erfahrungsmässig wegen der beim Abwerfen vorkommenden Beschädigungen der Arbeiter gefährlich. Es sollte deshalb die Benutzung einer sogenannten Schienenzange beim Transport einzelner Schienen den Arbeitern zur Pflicht gemacht werden. Ausser der durch Fig. 15, Tafel XVIII dargestellten Form giebt es noch verschiedene andere, worüber Goschler »Traité« etc. I. p. 462 und Organ 1863, p. 271 zu vergleichen.

2. Fig. 21, Tafel XVIII zeigt die gewöhnliche Stopfhacke (Kramphaue) in weit verbreiteter Form. Das in Fig. 22 abgebildete Werkzeug vereinigt Stopfhacke und Bickel in sich und wird bei der Unterhaltung der Bahnen der österreichischen Südbahngesellschaft ausschliesslich benutzt.

3. Den Wuchtbaum (Fig. 23 und 24) gebraucht man zum Anheben der Schwellen beim Stopfen, zur Unterstützung derselben beim Nageln etc. Es ist zweckmässig, den Schnabel des Wuchtbaums mit einem kleinen prismatischen Ansatz zu versehen, wodurch erreicht wird, dass das Holz der Schwelle sofort fest gefasst wird.

4. Der Laschenschraubenschlüssel (Fig. 25 und 26) ist ein gewöhnlicher Schraubenschlüssel mit langem Griff, dessen Maul verstählt und gehärtet sein muss. Für den Gebrauch der Bahnunterhaltung ist die gezeichnete Form zu empfehlen,

während man beim erstmaligen Anbringen der Laschenschrauben auch Schlüssel mit kurzem Griff und geschlossenem, sechskantigem Maul verwenden kann.

Neuerdings wird, namentlich auch bei Bestellung des Hilf'schen Oberbaues, mit Erfolg eine Construction verwendet, welche derjenigen der Bohrknarren ähnlich ist.

Der Kopf des Schlüssels, in welchen die Mutter der Laschenschraube sich hineinlegt, ist in einer Gabel drehbar; die Drehung nach der einen Richtung wird durch Sperrrad und Klinke gehemmt, nach der andern erfolgt sie ungehindert, wobei die Zähne unter der Sperrklinke weggleiten. Das Anziehen der Muttern erfordert bei Anwendung solcher Schlüssel nur geringen Zeitaufwand.

5. Die in Fig. 27, Taf. XVIII dargestellte Schablone kann man zur vorläufigen Controlirung der richtigen Neigung der Schienen gebrauchen.

6. Der Geissfuss dient zum Herauswuchten der Schienennägel. In den Figuren 28 und 29 ist der sogenannte lange Geissfuss abgebildet, den man gebraucht, um Nägel, welche schon etwas gelockert sind, vollends auszuziehen. Vorher bedient man sich eines kürzeren und stärkeren Werkzeugs von derselben Form (kleiner Geissfuss), dessen Klaue man unter die Ansätze des Hakennagels steckt, um durch einen kräftigen Schlag auf das hochstehende Ende, den Nagel etwas anzuheben. Man wirft den Geissfüssen mit Recht vor, dass sie die Schienennägel stark beschädigen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat man verschiedene andere Werkzeuge zum Nagelausziehen construirt, die aber zum Theil etwas schwerfällig sind. (Man vergl. Organ 1857, p. 146 und 1855, p. 65.) Fig. 33 zeigt die Nagelzange der österreichischen Südbahn, welche unter Zuhülfenahme eines Hebeeisens und Benutzung der Schienen als Stützpunkt für letztere gebraucht wird. Eine Nagelzange zum Herausziehen abgebrochener Schienennägel aus Steinwürfeln ist im Organ 1869, p. 216 beschrieben.

Ueber andere Apparate zum Ausziehen der Schienennägel sind zu vergleichen: Organ 1873, p. 30; daselbst 1876, p. 90. Pract. Maschinenconstructeur 1874, p. 227 und Heusinger's Musterconstructionen für Eisenbahnbau, Serie Q, Tafel 2.

7. In Fig. 31 ist ein gewöhnliches unverstellbares Spurmaass abgebildet, wie es für die gerade Bahn gebraucht wird. Wenn man, was zu empfehlen ist, das Spurmaass beim Nageln der Schwellen in der Nähe derselben auf den Schienen liegen lässt, so kann dieses Werkzeug etwas schwerer construirt und an jedem Ende mit zwei Ansätzen versehen werden.

Ein verstellbares Spurmaass (Fig. 32, Tafel XVIII) dient zur Abmessung und Controlirung der vergrösserten Spurweite in den Curven. Die Anwendung besonderer fester Spurmaasse für die Curven (sogenannter Curvenspurmaasse) ist der leicht vorkommenden Verwechselungen wegen nicht ohne Bedenken. Unter Anwendung geeigneter Einlegestücke können auch die gewöhnlichen Spurmaasse für die mit Spurerweiterung zu versehenden Curven verwendet werden. Will man Curvenspurmaasse anwenden, so empfiehlt es sich, die einzelnen Arten mit einem verschiedenfarbigen Anstrich zu versehen.

Zur Bestimmung der richtigen Ueberhöhungen des äusseren Schienenstranges der Curven kann man sich der in Fig. 30 und in Fig. 34 bis 36 dargestellten Apparate bedienen. Das Werkzeug Fig. 30 wird unter Zuhülfenahme einer Wasserwaage gebraucht, welche man auf eine über den gezackten Theilen befindliche Platte setzt. Dasselbe ist insofern empfehlenswerth, als es keine beweglichen Theile hat. Dagegen hat das Richtscheit mit Wasserwaage, Fig. 34, dessen Details aus den Figg. 35

und 36 zu ersehen sind, den Vortheil, dass es sowohl für die gerade Bahn, wie für die Curven gebraucht werden kann.

Das Spurmaass von Ilse (Organ 1865, p. 62) vereinigt die in den Figuren 32 und 34 dargestellten Vorrichtungen in sich. Die Universalgleis- und Räderspurlehre von Obermayer (Organ 1864, p. 44, ausführlicher: Zeitschr. des österr. Ingenieur-Vereins 1863, p. 21) ist ausserdem mit Schablone zur Nachmessung der Radreife und zur Prüfung des Grades ihrer Abnutzung versehen. Die beiden letztgenannten Vorrichtungen werden namentlich den Aufsichtsbeamten gute Dienste leisten und können bei Untersuchungen über Entgleisungen u. s. w. mit Vortheil verwendet werden.

Abbildungen der übrigen Werkzeuge (Hämmer verschiedener Art, Bohrer, Dechsel, Visirständer u. s. w.) findet man unter Angabe der Gewichte, der Preise, der für eine Arbeitercolonne erforderlichen Stückzahl u. s. w. in »Paulus, der Eisenbahn-Oberbau« und weiter in sehr vollständiger Zusammenstellung in »Etzel's österr. Eisenbahnen«.

Die verschiedenen grösseren und kleineren Transportwagen für Oberbaumaterialien werden im 2. Bande besprochen werden; die zur Oberbauunterhaltung benutzten, besonderen Geräthe aber im XV. Capitel des vierten Bandes (§ 11).

Im Allgemeinen wird man dahin zu streben haben, dass die Oberbaugeräthe, soweit sich dies mit ihrem Zweck vereinigen lässt, so einfach und so leicht wie möglich gemacht werden, weil das Fortschaffen derselben auf nicht unbedeutende Entfernungen, wie es namentlich bei den Unterhaltungsarbeiten oft vorkömmt, erhebliche Arbeitskräfte erfordert.

Wenn die Schienen mit Hutschrauben auf den Schwellen befestigt werden, wie u. A. auf der französischen Ostbahn und jetzt auch auf einigen deutschen Bahnen üblich, so gebraucht man zur Schienenbefestigung weit weniger Werkzeuge, als bei Anwendung der Hakennägel, nämlich nur Schraubenschlüssel, Bohrer und Wuchtbaum (vergl. Organ 1871, p. 181).

§ 8. Legen des eisernen Oberbaues. — Der Hilf'sche eiserne Oberbau zeichnet sich durch eine überaus rasche, fabrikmässige Herstellung aus.[13])

Man bedient sich dabei eines »Verlegekrahns«, welcher in neuerer Anordnung als ein auf einem vierrädrigen offenen Wagen ruhender, kastenförmiger Träger construirt wird, in dessen Innerem sich eine Laufkrahnwinde bewegt. Der Träger hat eine Länge von $18^m,16$, die Stützpunkte liegen in seiner Mitte, so dass er mit dem einen Ende bis über die Mitte eines hinter dem Krahnwagen stehenden Wagens hinausreicht, auf welchem die Oberbaumaterialien verladen sind. Die Winde fasst jedesmal zwei auf Langschwellen montirte Schienen und transportirt dieselben, nachdem sie bis dicht unter den Rahmen der Winde gehoben sind, durch den ruhenden Krahnträger hindurch, um sie an dem anderen Ende desselben auf die Bettung hinabzulassen.

An sonstigen Vorkehrungen sind, ausser den bei allen Oberbauarbeiten üblichen, erforderlich: ein Lagerbock (eine starke Schwelle, welche in einem durch die

---

13) Obige Beschreibung bezieht sich auf die neuere Anordnung des Hilf'schen Oberbaues, bei welcher bekanntlich unter dem gemeinsamen Stosse der Schienen und der Langschwellen eine Querschwelle angeordnet ist (vergl. § 11 des VI. Capitels dieses Bandes). Ueber das Verfahren, welches zur Anwendung kam, als jene Stösse noch in Verband gelegt wurden, ist die 3. Auflage unseres Handbuchs, ferner Organ 1871, p. 5 und 1873, p. 6 zu vergleichen.

Spurweite gegebenen Abstande zwei ⅃‾‾‾‾L förmige, 100mm hohe eiserne Stützen trägt) und eine Kneifzange, mittelst welcher die Querverbindungsstangen beim Anziehen der Muttern festgehalten werden.

Vor dem Verlegen wird der Kies bis zur Höhe der Schienenunterkante aufgebracht, wobei die Bettung in den Curven an der Seite des äusseren Schienenstranges bereits die erforderliche Ueberhöhung erhält.

Die Anfuhr der Materialien erfolgt direct von der Montirungswerkstätte aus und zwar mittelst eines Zuges, welcher aus Locomotive, Packwagen (worin das Kleineisenzeug), einem Wagen mit Querschwellen und einigen Wagen mit Schienen nebst Langschwellen besteht. Die Locomotive schiebt den Zug bis an den auf der jeweiligen Baustelle zurückgelassenen Verlegekrahn.

Die beim Verlegen beschäftigten Arbeiter werden in zwei Gruppen eingetheilt, die erste Gruppe besorgt das Vorstrecken des Gleises, die andere die Regulirungsarbeiten.

Nachdem je zwei Schienen nebst Langschwellen in oben angegebener Weise durch den Krahnträger hindurch gefahren sind, werden dieselben sofort an das Gleisstück, auf welchem der Krahnwagen steht, gestossen, jedoch so, dass das äussere Ende der Schienen auf dem Lagerbocke ruht. Gleichzeitig wird die Querverbindungsstange eingebracht. Die Querschwellen, welche schon zum Voraus ausgelegt und eingebettet sind, werden nun etwas angehoben und am äusseren Ende der Schienen befestigt, gleichzeitig erfolgt am anderen Ende derselben das Anbringen der Laschen und der Hälfte der Laschenschrauben und in der Mitte das Anziehen der äusseren Muttern der Querverbindungsstange. Nunmehr kann der Lagerbock beseitigt werden, die Querschwelle wird etwas angestopft, der ganze Zug rückt nun eine Schienenlänge vor.

Die Arbeitergruppe, welche das Reguliren des Gleises besorgt und auch die noch rückständigen Laschenschrauben anzubringen hat, folgt dem Verlegezuge in einer Entfernung von einigen hundert Metern.

Manche im Vorstehenden nicht erwähnte, interessante Einzelnheiten sind aus der oben (p. 359) bereits namhaft gemachten Monographie des Geh. Regierungsraths Hilf zu entnehmen.

Die Arbeiten bei Herstellung des Oberbaues mit eisernen Querschwellen sind ähnlich, wie die im Vorstehenden besprochenen.

Nach Maassgabe einer von der Verwaltung der Paris-Mittelmeer-Bahn erlassenen Instruction (s. Organ 1870, p. 56 und daselbst 1871, p. 18) ist die Reihenfolge dieser Arbeiten bei Anwendung des Systems Vautherin die nachstehende:

Auslegen der Schwellen und Schienen;

Anbringen der Krampen und Keilnägel der Stossschwellen, sodann derjenigen der mittleren Schwellen, gleichzeitig auch Anbringen der Laschen, wobei indess Laschenbolzen und Keile zunächst nur sehr leicht angezogen werden;

Anstopfen der Schwellen (man stopft an beiden Enden und zwar innerhalb und ausserhalb des Gleises zugleich);

Anziehen der Laschenbolzen und der Keile (die letzteren nicht allzu kräftig);

Ueberdecken der äusseren Seiten des Gleises mit Kies (zwischen den Schienen wird das Bettungsmaterial in der Höhe der Querschwellen abgeglichen).

Abweichend von dem angedeuteten Verfahren wurde das Verlegen des Oberbaues mit eisernen Querschwellen auf der Saarbrücken-Trierer Bahn in der Weise ausgeführt, dass auf dem Planum die einzelnen Schienenlängen mit den zugehörigen Schwellen

zu einem Gleisstück verbunden und alsdann diese einzelnen Gleisstücke mittelst Hebebäumen an Ort und Stelle geschoben und verlascht werden. Das Unterstopfen geschieht wie bei den hölzernen Schwellen und ist nur darauf zu achten, dass keine Steine mit eingestopft werden, damit die Schlusskeile nicht aufsetzen. Die Schwellen dürfen nur unter den äusseren Theilen, soweit die Neigung 1 : 20 reicht, fest angestopft werden, der mittlere Theil dagegen nur lose, um ein Zurückbiegen der Schwellen zu verhindern; ferner darf nicht an den Enden (vor Kopf) der Schwellen gestopft werden, weil anderenfalls die Schwellen reissen.

Ueber die Reihenfolge und die Handhabung der Arbeiten bei Herstellung des Hartwich'schen Oberbaues ist Nachstehendes zu bemerken: [14])

Nach vollständiger Regulirung des Planums erfolgt das Ausheben der Kiesgräben. Hierbei werden behufs Einhaltung des vorgeschriebenen Querschnittes Schablonen benutzt; es ist indess gestattet, bei geeignetem Bodenmaterial diese Gräben mit steileren, eventuell mit verticalen Seitenflächen anzulegen. Der Querschnitt von 0,3 □^{m} und die Tiefe von $0^m,47$ ($1^1/_2$ Fuss) müssen hierbei stets beibehalten werden. Die Sohle der Kiesgräben wird mit Handrammen tüchtig abgerammt.

Das Einbringen des Bettungsmateriales erfolgt in drei Schichten von je $0^m,16$ Stärke. Die schwereren und grösseren Stücke bilden die unterste Lage, während zu den oberen Lagen das feinere Material zu verwenden ist. Jede Schicht wird auf das Sorgfältigste abgerammt. Vor dem Auflegen der Schienen ist die Oberfläche der Kiesgräben genau auf Höhe der Schienenunterkante zu reguliren, so dass das Gestänge von vornherein und ohne weiteres Stopfen und Richten durchaus richtig liegt und jedes Anheben und Unterfuttern, sowie Hin- und Herschieben derselben vermieden wird. Wo ein Setzen der Dämme zu erwarten ist, muss das Gleis von vornherein in angemessener Weise höher gelegt werden.

Nach der Herstellung des Kiesbettes erfolgt das Verlegen der Schienen, sowie das Einziehen der Stangen etc. unter Benutzung von Spurmaassen und Stichmaassen, von denen die ersteren zur Bestimmung der richtigen Spurweite wie gewöhnlich auf den Kopf der Schienen, die letzteren dagegen auf den Schienenfuss gelegt werden und dazu dienen, den Schienen beim Einziehen der Verbindungsstangen die richtige Neigung zu geben. Auf jede Schienenlänge werden drei Spurmaasse und drei Stichmaasse angelegt und erst nach vollständiger Verschraubung der Bolzen und Stangen wieder beseitigt.

Nach jedesmaliger Verlegung einer Gleislänge von 200^m muss das Gestänge nochmals auf das Sorgfältigste eingerichtet und festgestopft werden, so dass das Befahren desselben ohne Bedenken und namentlich ohne Schienenverbiegungen befürchten zu müssen, erfolgen kann.

Die Ausfüllung des Raumes zwischen den Schienen und das Ansetzen des Kiesbanketts kann unter Verwendung von Arbeitszügen geschehen. Hierbei ist neben den Schienen in $0^m,3$ Breite zu jeder Seite derselben ganz gereinigter Kies anzuwenden, damit beim Stopfen nur solcher verwendet werde.

Ueber die Einzelnheiten der Herstellung dreitheiliger Oberbausysteme liegen speciellere Mittheilungen bislang nicht vor.

§ 9. Spurerweiterung und Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in Curven. — 1. Spurerweiterung. Es ist ziemlich allgemein üblich, in schärferen Curven eine Vergrösserung der normalen Spurweite von $1^m,435$ eintreten zu lassen, über die Gründe dieser Maassregel aber herrschen verschiedene Ansichten.

Man führt für die Spurerweiterung an, dass durch dieselbe die Conicität der Radreifen besser zur Wirkung komme. Indem in Folge der Spurerweiterung und des Spielraums zwischen Schiene und Spurkranz die beiden Räder eines Räderpaares auf Laufkreisen von verschiedenen Durchmessern laufen, soll das Schleifen derselben vermindert und der Centrifugalkraft entgegengewirkt werden. Wenn man auch nicht in Abrede stellen kann, dass bei neuen Rädern eine derartige Wirkung eintritt, so ist andererseits nicht zu verkennen, dass bei abgenutzten Rädern das Gleiche in sehr

[14]) Näheres s. Organ 1870, p. 237.

beschränktem Maasse der Fall ist und ferner, dass ein grosser Theil der Räder eines Zuges an den erwähnten Wohlthaten der Spurerweiterung nicht Theil nehmen kann, weil die hinteren Räder der Wagen in Zügen, welche mit mässiger Geschwindigkeit fahren, nicht selten mehr dem inneren, als dem äusseren Schienenstrange der Curven zustreben.

Es wird ferner angeführt, dass die Spurerweiterung erforderlich sei, um die Schienenkanten vor einem Anschneiden der Spurkränze an dieselben zu schützen. Wenn man die Annahme macht, dass in Curven der Spielraum zwischen den Spurkränzen und den Schienen derselbe sein müsse, wie in freier Bahn, so lässt sich aus der angegebenen Rücksicht das Maass für die Spurerweiterung unter Einführung bestimmter Radstände und bestimmter Dimensionen der Räder berechnen (vergl. Couche »Voie« etc., p. 241). Eine derartige Ermittelung erscheint indess misslich, weil sie auf einer ganz willkührlichen Annahme beruht.

Eine bessere Motivirung der Spurerweiterung ergiebt sich aus dem Vorhandensein sechsrädriger Fahrzeuge, namentlich sechsrädriger Locomotiven. Es liegt auf der Hand, dass die inneren Spurkränze der Mittelräder derartiger Fahrzeuge in Curven mit kleinen Radien stark an den Schienen schleifen müssten, wenn nicht Vorkehrungen getroffen wären, um dies zu verhindern. Eine solche Vorkehrung ist nun die Spurerweiterung und es berechnet sich dieselbe, wenn man sie gleich der Pfeilhöhe des zu einem Radstande von $4^{m},2$ gehörigen Kreisbogens annimmt, bei 500 und 300^{m} Radius auf 4 und bezw. 7^{mm}. — Eine andere hierher gehörige Vorkehrung besteht aber in der Verschiebbarkeit der Mittelachsen bei den sechsrädrigen Wagen und in der Einschränkung der Breite der Spurkränze bei den Mittelrädern sechsrädriger Locomotiven (vergl. die §§ 135 und 160 der Grundzüge), so dass in Rücksicht auf die zuletzt genannten Einrichtungen die Spurerweiterung als entbehrlich bezeichnet werden könnte, wenn nicht noch andere gewichtige Gründe für dieselbe sprächen.

Es ist nämlich erforderlich, in Curven mit kleinen Radien, eine Spurerweiterung anzuwenden, um die Curvenwiderstände soweit als möglich zu verringern, was durch Herstellung der normalen Beziehungen zwischen Radstand (t), Radius der Curve (R) und dem Gesammtspielraume zwischen Spurkränzen und Schienen (b) geschieht.

Im § 15 des II. Capitels dieses Bandes ist nun nachgewiesen, dass jene normalen Beziehungen durch die Formel

$$t^2 = 2\,R\,b$$

ausgedrückt werden, d. h. dieselben verlangen, dass die Richtungen der Achsen eines vierrädrigen Wagens beim Schlängeln desselben niemals gleichzeitig rechts oder links neben dem Curvenmittelpunkte herlaufen. Der Curvenmittelpunkt soll entweder zwischen jenen Richtungen liegen oder es soll im äussersten Falle die Richtung der einen Achse radial sein, wie obige Gleichung besagt.

Bezeichnet man nun die Spurerweiterung mit p und setzt, nach § 160 der Grundzüge, für den durchschnittlichen Spielraum der Spurkränze in gerader Bahn $\frac{0{,}010 + 0{,}025}{2} = 0{,}0175$,[15] somit $b = 0{,}0175 + p$, so erhält man aus obiger Gleichung zur Berechnung der Spurerweiterung die Formel $p = \frac{t^2}{2R} - 0{,}0175$.

---

[15]) Die obige Annahme muss man als Nothbehelf machen, so lange nicht durch zahlreiche directe Messungen ein Durchschnittswerth für den beim Betriebe auf gerader Bahn thatsächlich vorkommenden Spielraum zwischen Schienen und Spurkränzen ermittelt ist. Nach Ansicht des Verfassers lohnte es sich wohl der Mühe, derartige Messungen zu veranstalten.

Aus dieser Formel folgt, dass bei Curven von

1030ᵐ 520ᵐ 460ᵐ Radius und darüber eine Spurerweiterung nicht anzuwenden ist, je nachdem man die Rechnung auf einen Radstand von

6ᵐ 4ᵐ,25 4ᵐ,0 stützt und es ergiebt sich aus derselben weiter folgende Tabelle der Werthe von p.

	$t = 6^m,0$	$t = 4^m,25$	$t = 4^m,0$
$R = 1000^m$	—	—	—
750	0,006	—	—
500	0,018	0,001	—
400	0,027	0,005	0,003
300	0,042 (0,030)	0,013	0,009
250	0,054 (0,030)	0,018	0,015
180	0,082 (0,030)	0,033 (0,030)	0,028.

Von den angegebenen Werthen verdienen, bei den üblichen Radständen der Locomotiven und Wagen, diejenigen der mittleren Columne vorzugsweise Beachtung, obwohl dieselben nicht in voller Uebereinstimmung mit den Bestimmungen des § 5 der Grundzüge sind, welche folgendermaassen lauten:

»In Curven mit Halbmesser unter 1000ᵐ soll die Spurweite im Verhältniss zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrössert werden. Diese Vergrösserung darf jedoch das Maass von 30ᵐᵐ selbst bei einem Halbmesser von 180ᵐ nicht übersteigen.« [16]

[16]) Früher lautete der correspondirende Paragraph (No. 17) folgendermaassen:

»In Curven, welche mehr als 2000′ (600ᵐ) Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaasses ein. In Curven von 600′ (180ᵐ) Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens 1 Zoll (25ᵐᵐ) betragen.«

Es fragt sich, ob die etwas grösseren Spurerweiterungen, welche neuerdings empfohlen werden, unter allen Umständen zweckmässig sind. — Schon Redtenbacher bezeichnet in seinem »Gesetze des Locomotivbaues« eine engbemessene Gleiserweiterung als förderlich. Derselbe rechnet nach der Formel:

$$2\,(\sigma_1 - \sigma) = 2\,\frac{r\,e_2 - \sigma\,R\,\mathrm{tang}\,\alpha}{(R - e_2)\,\mathrm{tang}\,\alpha}.$$

Hier bedeuten:

$2\,(\sigma_1 - \sigma)$ die Spurerweiterung,
$2\,e_2$ die Spurweite $= 1^m,435$,
σ den Spielraum eines Rades in geraden Bahnstrecken,
R den Radius der Curven,
α die Conicität der Räder,
r den Halbmesser derselben.

Setzt man in obiger Formel: $r = 0{,}45$, $\sigma = 0{,}008$ und $\mathrm{tang}\,\alpha = \frac{1}{16}$, so erhält man für Curven von

180ᵐ, 300ᵐ und 500ᵐ

eine Spurerweiterung von 46ᵐᵐ, 200ᵐᵐ und 6ᵐᵐ, also Werthe, welche für scharfe Curven zu gross sein würden. Trotzdem ergiebt jene Formel das Aufhören jeder Spurerweiterung bei 675ᵐ Radius.

Die Erweiterung, welche durch die Rücksichten auf die mittleren Räder dreiachsiger Locomotiven bedingt wird, ist

$$= \frac{(t - 2\sqrt{2\rho m})^2}{8\,R}$$

wo t den Radstand und ρ den Radius der Räder bezeichnet, m aber den Verticalabstand des untersten Punktes der Spurkränze vom Schienenkopf. Setzt man hier: $t = 4{,}2$, $\rho = 0{,}5$ und $m = 0{,}025$, so erhält man für $R = 300$ und $R = 500$ die oben angegebenen Werthe, für $R = 180$ aber nur 11ᵐᵐ Spurerweiterung.

Auf Bahnen, welche noch sechsrädrige Wagen verwenden, könnte man allenfalls über die Werthe der zweiten Columne hinausgehen und sich den Werthen der ersten Columne nähern.

Man darf indess nicht übersehen, dass die Spurerweiterung geradezu nachtheilig wirkt, wenn sie grösser ist, als sich aus dem Obigen ergiebt, weil sie alsdann das »Ecken« der Wagen befördert und somit eine Vermehrung der Curvenwiderstände im Gefolge hat.

Es ist ohne Frage zweckmässig, die Spurerweiterung innerhalb möglichst enger Grenzen zu halten.

Die Bestimmungen über das Maass der Spurerweiterung sind nun bei den einzelnen Bahnen verschieden ausgefallen, je nachdem die eine oder die andere der im Obigen erwähnten Auffassungen zu Grunde gelegt wurde.

Bei 500^{m} Radius der Curven haben z. B.:

die Oesterreichischen Südbahnen . .	15^{mm}	Spurerweiterung,
die Hannoverschen Staatsbahnen . .	14^{mm}	-
die Orleans-Centralbahnen	10^{mm}	-
die Venlo-Hamburger Bahn . . .	7,5^{mm}	-
die Rheinische Bahn	6,5^{mm}	-
die Französischen Nordbahnen . .	5^{mm}	-
die Schlesische Gebirgsbahn . . .	0^{mm}	-

ferner bei 300^{m} Radius:

die Bayerischen Staatsbahnen . . .	21^{mm}	-
die Oesterreichischen Südbahnen .	19^{mm}	-
die Venlo-Hamburger Bahn . . .	16,5^{mm}	-
die Schweizerische Centralbahn und die Orleans-Centralbahnen .	15^{mm}	-
die Rheinische Bahn	11^{mm}	-
die Französischen Nordbahnen . .	10^{mm}	-
die Schlesische Gebirgsbahn . . .	5^{mm}	-

Die Französischen Westbahnen machen von einer Spurerweiterung überall keinen Gebrauch.

Beim Hilf'schen Oberbau wird bei allen Curven der freien Bahn von 900^{m} Radius abwärts eine gleichmässige Spurerweiterung von 10^{mm} zur Ausführung gebracht, eine Anordnung, deren Zweckmässigkeit nach Obigem fraglich erscheint.

Der Uebergang von der normalen Spurweite in die vergrösserte wird gewöhnlich in der Weise bewerkstelligt, dass man am Tangentialpunkte der Curven die erstere beibehält und den Uebergang in einer oder in einigen Schienenlängen vermittelt. Der äussere Schienenstrang behält seine normale Lage, die Spurerweiterung wird somit durch Verschiebung des inneren Stranges nach dem Mittelpunkt der Curven zu Wege gebracht. Die Länge der Uebergangsstrecke kann man gleich dem Tausendfachen der Spurerweiterung annehmen, unter Abrundung dieses Maasses auf volle Schienenlängen.

2. Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges. Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges wurde gleichzeitig mit der Construction schnell fahrender Locomotiven eingeführt. Vorher lagen die Schienen auch in den Curven horizontal. (Vergl. v. Weber. Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise, p. 70.)

Wenn in neuerer Zeit eine gewisse Tendenz unverkennbar sich kundgegeben

hat, die Spurerweiterung in den Curven einzuschränken, so muss in Betreff der Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges das Gegentheil gesagt werden, man macht dieselbe jetzt vielfach grösser, als früher.

Bekannt sind die einfachen theoretischen Untersuchungen, welche auf die Formel führen

$$h = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot R}$$

(h Ueberhöhung, s Entfernung von Schienenmitte zu Schienenmitte $= 1^m,5$, v Geschwindigkeit des Zuges, $g = 9,81$, R Radius der Curve).

Seit man gesehen hat, dass die angegebene einfache Formel Resultate für die Ueberhöhung giebt, welche keineswegs zu gross, vielmehr mitunter noch zu klein sind, sieht man von einer Berücksichtigung der Reibung der Räder auf den Schienen und der Conicität der Radreifen ab, durch deren Einführung jene Formel nur unnöthiger Weise complicirter gemacht werden würde.

Es liegt auf der Hand, dass bei Bestimmung der Ueberhöhung die Geschwindigkeit der Schnellzüge berücksichtigt werden muss. Durch Einführung einer bestimmten Geschwindigkeit nimmt aber die obige Formel die einfachere Form $h = \frac{a}{R}$ an und erhält man:

für $v = 15$ (54 Kilom. pro Stunde) $a = 34,4$
- $v = 16,25$ (58,5 - - -) $a = 40,3$
- $v = 17,5$ (63 - - -) $a = 46,8$

Durch Benutzung eines der beiden letzten Coëfficienten ergeben sich Resultate, welche für gewöhnliche Verhältnisse brauchbar sind. Beispielsweise wird in einer Instruction der Orleans-Centralbahnen (Zeitschr. f. Bauwesen 1868, p. 106) die Ueberhöhung nach der Formel $h = \frac{45}{R}$ berechnet, was bei 300^m Curven eine Ueberhöhung von 150^{mm} und bei 500^m Curven eine solche von 90^{mm} ergiebt.

Auf manchen deutschen Bahnen nimmt man indess die Ueberhöhung nach altem Herkommen etwas geringer an (50 bis 80^{mm} bei 500^m Curven und selbst bei sehr scharfen Curven selten mehr, als 100^{mm}).[17] Es haben aber mehrere Bahnen angefangen, auch in dieser Hinsicht die älteren Regeln zu prüfen und durch neue zu ersetzen. Namentlich die Main-Weser-Bahn hat werthvolle Versuche angestellt, indem sie die Ueberhöhung so lange vermehrte, wie die mit Kreide bestrichenen Innenseiten der Schienen noch ein Anlaufen der Räder beim Durchfahren mit Maximalgeschwindigkeit zeigten.[18] Auf Grund dieser Untersuchungen werden für genannte Bahn die Ueberhöhungen nach der empirischen Formel $\frac{1725 - R}{10000}$ berechnet, wobei davon ausgegangen ist, dass Curven über 1725^m gleich geraden Linien zu achten sind. Diese Formel ergiebt für 500^m Curven $0^m,121$, für 300^m Curven $0^m,143$,

---

17) Man vergl. u. A. die Berechnung Organ 1865, p. 159, welche für 500^m Curven 85^{mm} und für 300^m Curven 100^{mm} Ueberhöhung ergiebt. Bei der Venlo-Hamburger Bahn ist $h = \frac{28,2}{R}$ angenommen.

18) Vergl. den 3. Supplementband des Organs. Frage A. No. 9.

überhaupt für scharfe Curven nahezu dieselben, für solche mit mässiger Krümmung aber grössere Resultate, als die Formel $\frac{45}{R}$.[19])

Für eine kräftige Ueberhöhung sprechen somit alle neueren Erfahrungen, namentlich aber auch der Umstand, dass das beim Stopfen des Gleises hergestellte Maass beim Befahren der Bahn sich sehr bald vermindert, namentlich bei denjenigen auf Dämmen liegenden Curven, deren convexer Strang der Böschung zunächst liegt.

Immerhin kann man auch bei der Ueberhöhung ein bestimmtes Maximum annehmen und es empfiehlt sich als solches das Maass von 180mm.

Einige französische Bahnen setzen in der Formel $h = \frac{a}{R}$ den Coëfficienten a gleich der Geschwindigkeit der Schnellzüge in Kilometern pro Stunde und erhalten dadurch Resultate, welche jedenfalls ausreichend genannt werden können. Am weitesten geht die Paris-Mittelmeer-Bahn, welche in den äussersten Fällen (für Strecken mit sehr rasch fahrenden Zügen) die Formel $h = \frac{70}{R}$ anwendet (vergl. Couche »Voie etc.« I, p. 248).

In den technischen Vereinbarungen ist (unter § 17) folgender Grundsatz aufgenommen:

»**In Curven muss die äussere Schiene mit Berücksichtigung der grössten, auf der betreffenden Bahnstrecke gestatteten Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, dass von den Spurkränzen ein thunlichst geringer Angriff der inneren Schienenkanten ausgeübt wird.**«

Es ergiebt sich aus Obigem, dass man keine allgemein gültige Formel zur Ermittelung der Ueberhöhung aufstellen kann, es wird vielmehr Folgendes zu beachten sein:

1. Weil grosse Radien der Curven mit mässigen Steigungen Hand in Hand zu gehen pflegen, so ist für Curven mit grossen Radien der Coëfficient a in der mehrfach erwähnten Formel in der Regel höher anzusetzen, als für scharfe Curven (vergl. Organ 1865, p. 159). Andererseits wird man auch auf die Art des Verkehrs Rücksicht zu nehmen haben und beispielsweise für Bahnen ersten Ranges andere Bestimmungen treffen als für solche zweiten und dritten Ranges.

2. In Curven, die unmittelbar vor Bahnhöfen liegen, kann die Ueberhöhung unter Umständen ermässigt werden. Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft kommt in diesem Falle die Hälfte der normalen Ueberhöhungen zur Anwendung.

---

[19]) Diese Erfahrungen stehen keineswegs im Widerspruch mit der Theorie. Die Untersuchungen Redtenbacher's (Gesetze des Locomotivbaues, p. 12) und Winkler's (Vorträge über Eisenbahnbau. Erstes Heft. 2. Aufl., p. 36) zeigen, dass Formeln von der Form

$$\frac{a\, v^2}{R} + b \text{ oder } \frac{a\, v^2 + c}{R}$$

rationeller sind, als die oben angegebene Formel Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass in scharfen Curven die Geschwindigkeit der Züge jedenfalls ermässigt werden muss. Alles dieses spricht dafür, die Ueberhöhungen nicht dem Werthe $\frac{1}{R}$ proportional anzunehmen, sondern bei sanften Curven verhältnissmässig stärkere Ueberhöhungen anzuwenden, als bei scharfen.

3. Auf stark ansteigenden Strecken doppelgleisiger Bahnen muss auf die verschiedene Geschwindigkeit der Züge bei der Bergfahrt und bei der Thalfahrt Rücksicht genommen werden. Man wird für die bergabwärts befahrenen Gleise um so mehr starke Ueberhöhungen anzuwenden haben, weil beim Bremsen der Züge durch das Zusammendrücken der Buffer eine Kraft resultirt, welche die Wagen in merklicher Weise nach aussen treibt.

In der Regel wird man dem inneren Schienenstrange die normale Höhe geben und die Ueberhöhung durch Hebung des äusseren Schienenstranges bewerkstelligen, bei zweigleisigen Bahnen hat man indess hiervon jedenfalls dann eine Ausnahme zu machen, wenn Ueberfahrten für Wege von Bedeutung in der Curve vorkommen. In diesem Falle ist es besser, die beiden Schienenstränge, welche der Mitte der Bahn zunächst liegen, in die normale Höhe der Bahn zu bringen und in dem einen Gleise die Höhendifferenz durch Senkung des concaven Schienenstranges zu bewerkstelligen.

Die Oberschlesische Bahn und die Venlo-Hamburger Bahn lassen auf zweigleisigen Strecken in genannter Weise durchweg verfahren. Winkler empfiehlt, die Ueberhöhung auf beide Schienen des Gleises gleichmässig zu vertheilen.

Wegen des Ueberganges von der Höhenlage der Schienen in gerader Bahn zur Höhenlage derselben in Curven vergl. § 11.[20])

Es erleichtert die Unterhaltungsarbeiten, wenn man am Anfang und am Ende einer jeden Curve eine erhöhte Tafel anbringt, auf welcher der Radius der Curve, die Spurweite und die Ueberhöhung verzeichnet sind.

§ 10. Ausgleichung der Längendifferenz zwischen dem inneren und dem äusseren Schienenstrange in Curven. Mittel gegen seitliche Verschiebungen. — Ausser der Spurerweiterung und der ungleichen Höhenlage der Schienen hat der Oberbau in Curven noch manche andere Eigenthümlichkeiten. Es handelt sich hierbei indess hauptsächlich um schärfere Curven, in flacheren Curven (von etwa 800^m Radius und darüber) weicht die Inanspruchnahme des Gleises so wenig von der Inanspruchnahme desselben in gerader Linie ab, dass besondere Anordnungen nicht erforderlich sind.

Zunächst ist in Betreff der Länge der zu verwendenden Schienen zu bemerken, dass man bei Curven mit grossen Radien (bis 1500^m einschliesslich) die Längendifferenz zwischen dem inneren und dem äusseren Schienenstrange dadurch herstellen kann, dass man aus einem grösseren Vorrathe von Schienen für den äusseren Strang diejenigen aussucht, welche etwas länger, und für den inneren Strang diejenigen, welche etwas kürzer sind, als das normale Maass.

Für Curven mit kleinen Radien müssen einzelne Schienen von ungewöhnlicher Länge (Curvenschienen) in den inneren Strang verlegt werden. Die Längendifferenz zwischen den Curvenschienen und den gewöhnlichen Schienen wird zu 10 bis 28^{mm}, auch wohl gleich dem Abstande zwischen den Mitten zweier Löcher für die Laschenschraubenbolzen angenommen. Bei der zuletzt genannten Anordnung hat man den Vortheil, dass man dieselben auch durch Abhauen gewöhnlicher Schienen ohne grosse Mühe herstellen kann, weil in den gekürzten Schienen ein Laschenschraubenloch beibehalten wird und nur ein neues gebohrt zu werden braucht. In der Regel werden indess die Curvenschienen gleich nach dem Walzen abgelängt.

---

[20]) Für Bestimmung der Ueberhöhung der äusseren Schiene in Curven, deren Radius man nicht kennt, hat von Kaven ein einfaches Verfahren angegeben, worüber Organ 1874, S. 17 zu vergleichen ist.

Es empfiehlt sich, die Anzahl der für Curven von verschiedenen Radien zu verwendenden Curvenschienen im Voraus zu berechnen und die Resultate dieser Berechnung der Instruction, betreffend das Legen des Oberbaues, beizufügen.

Besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, dass in schärferen Curven die normale Lage des Gleises auf die Dauer erhalten wird. Hierzu ist vor allen Dingen erforderlich, dass der Oberbau in den Curven, sowohl hinsichtlich der Materialien, als auch der Arbeiten, mit besonderer Sorgfalt behandelt wird. Gute Abwässerung und reines, grobes Bettungsmaterial, solide (wenn irgend möglich eichene) Schwellen, sorgfältige Behandlung der Ueberhöhung und des Biegens der Schienen vor dem Verlegen derselben u. s. w. sind die besten Mittel zur Erhaltung der Lage des Gleises in den Curven.*) Die nachstehend zu erwähnenden Vorkehrungen haben, wenn die Curven nicht allzu scharf sind, in der Regel erst unter besonderen Verhältnissen (bei schlechtem Bettungsmaterial, in feuchten Einschnitten u. s. w.) Platz zu greifen.

Als dergleichen Mittel sind nun folgende namhaft zu machen:

1. Die Verwechselung der Stösse in den Curven. Bei dieser Anordnung geht man von der Voraussetzung aus, dass eine Verschiebung namentlich an den Stössen des äusseren Stranges zu befürchten sei. Indem man nun dieselben gegen die Schienenmitten des inneren Stranges treffen lässt, hält man sie durch Vermittelung der Schwellen an den vollen Schienen fest. Es wird indess von diesem Mittel keineswegs allgemein Gebrauch gemacht, weil die Seitenschwankungen der Wagen auf Strecken mit verwechselten Stössen sehr merklich sind. Verschiedene Verwaltungen sprechen sich entschieden gegen die bezeichnete Maassregel aus. Es scheint sonach dieselbe zu den empfehlenswerthen kaum zu gehören und kann deshalb davon abgesehen werden, die Modificationen in der Schwellenlage, welche Folge der verwechselten Stösse sind, näher zu besprechen. Vorkommenden Falls würden in dieser Hinsicht die Anordnungen der Hannoverschen und Oldenburgischen Bahnen zu Rathe gezogen werden können.

2. Ausser den Unterlagsplatten unter oder (bei schwebenden Stössen) neben den Schienenenden, welche in scharfen Curven noch ziemlich allgemein gebräuchlich sind, wendet man nicht selten andere, schmalere Platten (Curvenplatten) für die Schienenmitten an, und zwar gewöhnlich zwei Stück unter einer Schiene, mitunter aber auch mehr. Beispielsweise hat die Semmering-Bahn bei 190^m Curven Platten auf allen Schwellen. Durch diese Platten wird der innere Nagel in Verbindung mit dem äusseren gebracht und somit einem Hinaustreiben der Schienenstränge entgegengewirkt. Bei Schwellen von weichem Holz scheint ihre Anwendung unbedingt erforderlich zu sein. Behufs grösserer Sicherheit kann man die Einschnitte für die mit Curvenplatten versehenen Schwellen etwas tiefer machen, als die übrigen, wodurch die Platte ihrerseits wieder einen Stützpunkt erhält. Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft wird ein solcher Stützpunkt für die Stossplatten durch Anbringung einer Rippe an der unteren Seite der Platte beschafft. (Fig. 19, Tafel XII.)

*) Hierbei und bei dem Folgenden ist ein Referat für die 1868er Techniker-Versammlung (3. Supplementband des Organs, Frage A. 9) benutzt. Man vergl. auch Organ 1868, p. 190, woselbst neben beachtenswerthen Erfahrungen aus der Praxis theoretisch erörtert ist, welche Kräfte bei Verschiebung der Gestänge der Curven wirksam sind. — Die ausschliessliche Verwendung von tannenen Schwellen in Bahnstrecken mit schärferen Curven und stärkeren Steigungen ist zu verwerfen (vergl. Organ 1871, p. 75).

3. **Verschiedene** Bahnen lassen bei Curven mit 300 und 400^{m} Radius auf den Schwellen, welche nicht mit Curvenplatten versehen sind, mit fünf Nägeln nageln, und zwar so, dass an die Aussenkante der äusseren Schienen zwei Nägel treffen. Namentlich bei schwebenden Stössen ist in den Curven eine Verstärkung der Nagelung vorzunehmen. In dieser Beziehung verdient das Arrangement der Magdeburg-Halberstädter Bahn Beachtung, welche in Curven rechts und links neben dem Stosse des äusseren Stranges eine mit vier Nägeln befestigte Stossplatte legt, während der innere Strang auf jeder neben einem Stosse liegenden Schwelle drei Nägel (ohne Stossplatten) erhält.

4. Die Altona-Kieler Bahn wendet zur Stützung des convexen Stranges ihrer Curven eichene, auf die Schwelle befestigte Knaggen mit Erfolg an. Dieselben haben die Höhe der Schienen und sind in die Schwelle eingeblattet.

5. Wenn gegen Verschiebung der Schwellen in der Bettung Maassregeln getroffen werden müssen, so kann unter Umständen das Anbringen kurzer, verbolzter Langschwellen unter den Mitten der Zwischenschwellen von einigem Nutzen sein. Auf diese Weise hat man die schärferen Curven der Bahn Oravicza-Steierdorf ausgerüstet. Man hat auch wohl Pfähle vor die Schwellenköpfe geschlagen, eine Maassregel, deren Erfolg schwerlich mit ihren Kosten in richtigem Verhältniss steht.[22])

6. Bei Würfelbahnen wendet man in Curven wohl stets Querverbindungen an, wenn dieselben in gerader Bahn auch nicht unbedingt erforderlich erscheinen. Dieser Punkt ist in den Grundzügen besonders hervorgehoben.

Für die Württembergischen Bahnen wurden diese Verbindungen in zweierlei Weise ausgeführt, entweder durch zwei runde Stangen von 25^{mm} Durchmesser für jede Schienenlänge, welche an jedem Ende ein Gewinde von zwei Muttern haben, oder durch ein unter dem Stosse liegendes T-Eisen von 123^{mm} Breite, auf welchem jeder Schienenstoss mit vier Schraubenhaken befestigt ist.

Auch bei Schwellenbahnen sind Bolzen, welche von Schiene zu Schiene durchgehen, auf einigen Bahnen (so z. B. auf den Bayerischen Ostbahnen) für Curven mit kleinen Radien in Gebrauch.

In Betreff des eisernen Oberbaues ist zu bemerken, dass namentlich das Hilf'sche System eine nahezu unwandelbare Lage in den Curven zeigt.[23]) Bei Verwendung eiserner Querschwellen hat man eine festere Lage der Gleise durch Anbringung verticaler Eisenplatten am Kopf der Schwellen zu erreichen gesucht, worüber Organ 1871, p. 17 zu vergleichen ist.

§ 11. Uebergangscurven. — Der Uebergang von der horizontalen Lage der Schienen in gerader Bahn zu der Schienenlage der Curve erfordert eine besonders sorgfältige Behandlung. Es ist zunächst hervorzuheben, dass dieser Uebergang allmählich stattfinden muss. Wenn derselbe innerhalb einer zu kurzen Strecke bewerkstelligt wird, so sind die Höhenverhältnisse der so entstehenden windschiefen Fläche derart, dass einzelne Räder der Locomotiven eine merkliche Entlastung erfahren, für die Reisenden macht sich die plötzliche Aenderung in der Stellung des Wagens in unangenehmer Weise fühlbar und es sind die Stösse, welche bei derartiger fehlerhafter Lage des Gleises entstehen, im höchsten Grade nachtheilig für die Fahrzeuge.

---

22) Ausführlicheres über Vorschlagspfähle nebst Mittheilungen über Versuche, welche die geringe Wirksamkeit derselben nachweisen, findet man: v. Weber, Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise, p. 71 und p. 144 ff.

23) Man vergl.: Der eiserne Oberbau. System Hilf, p. 44.

Man wird deshalb die relative Neigung der schiefen Ebene, welche den an den äusseren Curvenstrang sich anschliessenden Schienen zu geben ist, ziemlich klein anzunehmen haben, manche Verwaltungen schreiben für dieselbe sogar 0,001 vor, während andere 0,002; 0,003 und ähnliche Werthe annehmen. Bezeichnet man diese Neigung mit $\frac{1}{i}$, so ergiebt sich die Länge der Uebergangstrecke bei einer Ueberhöhung $= h_1$ sofort zu $h_1 \, i$.

Es war seither ziemlich allgemein gebräuchlich diese Uebergangsstrecke in der geraden Linie anzubringen, so dass man am Tangentialpunkte der Curve bereits die volle Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges erhielt.

Diese Anordnung und die verschiedenen Modificationen derselben, auf welche hier nicht näher eingegangen werden soll, ist indess nicht rationell. Die einzig empfehlenswerthe Construction ist die, zwischen dem Kreisbogen und der sich anschliessenden geraden Linie eine Curve einzulegen, deren Krümmungshalbmesser in dem Maasse abnimmt, wie die Ueberhöhung wächst.

Dergleichen Uebergangscurven werden in der technischen Literatur schon seit Jahren empfohlen. Bereits die Eisenbahnzeitung vom Jahre 1854 enthält (auf p. 173) einen dieselben betreffenden Aufsatz Pressel's. Dass die fragliche, zweckmässige Anordnung ziemlich langsam Eingang gefunden hat, ist wohl dem Zustande zuzuschreiben, dass es ziemlich lange gedauert hat, bevor einfache Regeln für die Construction der Uebergangscurven aufgestellt wurden. Gelegentlich der vorletzten Revision der technischen Vereinbarungen sind jedoch die Uebergangscurven zur allgemeinen Einführung empfohlen, indem unter § 3 Folgendes aufgenommen ist:

»**Der Uebergang aus der geraden Strecke in die Curve ist durch eine Parabelcurve zu vermitteln.**«

und ferner unter § 17:

»**Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges muss an den Tangentialpunkten des Kreisbogens vollständig vorhanden sein und in den geraden Linien, beziehentlich in den parabolischen Uebergangscurven auf eine Länge verlaufen, welche mindestens das 200fache der Ueberhöhung beträgt.**«

Man gelangt zu der Gleichung der Uebergangscurve durch folgende Ableitung:

Fig. 2.

Auf die Länge $h_1 \, i$ (s. oben) muss ein Theil des Kreisbogens mit dem Radius R, in welchem man einlaufen will, und ein Theil der anschliessenden geraden Linie durch eine Curve ersetzt werden, deren Krümmungshalbmesser von einem unendlich grossen Werthe allmählich bis R abnimmt, und zwar in der Weise, dass derselbe an jeder Stelle die Grösse hat, welche der daselbst stattfindenden Ueberhöhung entspricht

Der Anfangspunkt O der Coordinaten (s. vorstehende Fig. 2) falle mit dem gspunkt der Uebergangscurve $O\,B$ zusammen, die Ueberhöhung an einem ben Punkte der Uebergangscurve sei gleich h, der Krümmungshalbmesser an die— r.

Man hat alsdann

$$h = \frac{s \,.\, v^2}{g \,.\, r} \text{ (vergl. § 9) und (genau genug) } h = \frac{x}{i},$$

woraus folgt:

$$\frac{g \,.\, x}{s\, i\, v^2} = \frac{1}{r} = \frac{\frac{d^2 y}{d x^2}}{\left\{1 + \left(\frac{d y}{d x}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}}.$$

Da man aber im vorliegenden Falle, woselbst sich unter allen Umständen zwischen den Tangenten der Uebergangscurven und der Abscissenachse sehr kleine Winkel bilden, $\left(\frac{d y}{d x}\right)^2$ gegen 1 vernachlässigen kann, so erhält man hinreichend genau für die Anwendung

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{g\, x}{s\, i\, v^2}$$

und hieraus

$$y = \frac{g\, x^3}{6\, s\, i\, v^2},$$

wofür man, da g, s, i und v gegeben sind, setzen kann

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot P}.$$

Setzt man beispielsweise (vergl. § 9 dieses Capitels) $\frac{s\, v^2}{g} = 45$ und $\frac{1}{i} = 0{,}00375$, so erhält man

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot \frac{45}{0{,}00375}} = \frac{x^3}{6 \cdot 12000}.$$

Nach dieser Gleichung werden die Uebergangscurven in der Regel bestimmt.

Die Länge, welche man der Uebergangscurve zu geben hat, folgt direct aus der Gleichung $x_1 = \frac{12000}{R}$ und vertheilt sich dieselbe in der Weise, dass der Punkt A (s. obige Figur) mitten zwischen dem Anfangspunkte und dem Endpunkte der Curven liegt. Für die Ausführung darf man $D\,B = O\,B = O\,B_1$ setzen.

Die Tangente $O\,U$ liegt von der Tangente $T\,D$ des Kreisbogens seitwärts um ein gewisses Maass, welches gleich dem dritten Theil des leicht zu berechnenden Abstandes $A\,E$ und gleich dem vierten Theil der äussersten Ordinate y_1 ist. Dies Maass $D\,O$ erreicht bei 300^m Curven einen Werth von 0^m,222. Führt man den Coëfficienten a aus § 9 ein, so ist allgemein:

$$O\,B = l = \frac{i a}{R};\ O\,D = m = \frac{l^2}{24\, R};\ B\,B_1 = \frac{l^2}{6\, R} \text{ und } A\,E = \frac{l^2}{8\, R}.$$

Dem Punkte A gegenüber hat die Uebergangscurve eine Ordinate $= \frac{l^2}{48\, R}$. Der Gleichung derselben kann man auch die Form $y = \frac{x^3}{6\, l\, R}$ geben.

Bei Herstellung des Hilf'schen Oberbaues wird auf den Nassauischen Bahnen die Länge der Uebergangscurven zunächst nach der Formel $x_1 = \frac{12000}{R}$ berechnet,

sodann wird aber das berechnete Maass auf volle Schienenlängen à 9m abgerundet. Die Ausführung der Curven geschieht der Art, dass an die letzte gerade Schiene eine Reihe solcher, welche nach allmählich abnehmenden Radien gekrümmt sind, verlegt werden, nämlich zunächst eine nach 1600m Radius gekrümmte, hierauf eine Schiene von 875m Krümmung, sodann eine Schiene von 620m Krümmung und so fort. Dieses Verfahren ist einfach in der Ausführung und sicher hinsichtlich der Unterhaltung.

Aus Vorstehendem gehen nur die Grundzüge wegen Anordnung der Uebergangscurven hervor. Wegen weiterer Einzelheiten müssen wir auf die Originalarbeiten verweisen.[24])

Die besprochene Behandlung der Uebergangscurven erscheint so einfach und praktisch, dass wir in Betreff der älteren Untersuchungen uns darauf beschränken können, die Quellen anzugeben. Es sind dies, ausser dem bereits erwähnten Aufsatze von Pressel:

Ueber bewährte Verbindungscurven für Eisenbahngleise von Baumeister Ilse. Organ 1865, p. 13.

Thommen's Uebergangscurven. Daselbst 1866, p. 158 und Technische Blätter 1871, p. 11.

Note sur le raccordement rationnel des voies courbes et des voies droites von Chavès Mémoires de la société des ingénieurs civils. 1865. 3. Hft. p. 339.

Ueberhöhung der Gleise in Curven. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1868, p. 617.

Verfahren zur Absteckung der zweckmässigsten Eisenbahncurven. Organ 1870, p. 152.

(Die beachtenswerthesten Arbeiten über Uebergangscurven sind zusammengestellt in: Ernst und Gottsleben, Handb. für Gleiseanlagen (Wien), p. 371.)

In neuerer Zeit hat Jebens auf Grund einer interessanten, aber anfechtbaren Motivirung für die Uebergangscurven die Gleichung

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot 12000} - \frac{3x}{800} \text{ aufgestellt.}$$

Hierüber sind zu vergleichen: Deutsche Bauz. 1874, p. 379. Daselbst 1875, p. 182 und p. 446, sowie Organ 1875, p. 99 und 146.

§ 12. Allgemeine Bemerkungen. — Es ist bereits in der Einleitung zu diesem Capitel angedeutet, dass es keine leichte Aufgabe ist, den Oberbau einer Bahn schnell, solide und billig auszuführen. Zur Erreichung dieses Zweckes ist namentlich auf Heranziehung tüchtiger Aufsichtsbeamten und geschickter Arbeiter Bedacht zu nehmen. Während man nun Maurer und Zimmerleute so ziemlich überall findet, wo Bahnen gebaut werden, müssen Leute, die das Handwerk des Oberbaulegens verstehen, oft erst herangebildet werden. Es ist hierbei von Nutzen, wenn man mit Herstellung des Oberbaues an geeigneten Stellen so früh wie möglich anfangen lässt, unerlässlich aber, dass die Aufseher für die Oberbauarbeiten Erfahrung haben. Paulus empfiehlt mit gutem Grunde, für das Legen des Oberbaues besondere Aufsichtsbeamte anzustellen, welche die Arbeit unausgesetzt überwachen. Wenn man in der Lage ist, hierzu aus dem Betriebe gute Bahnmeister heranzuziehen, denen später die Unterhaltung der neuen Strecke zu übertragen ist, so wird man sich wohl in den meisten Fällen am besten stehen. Die Betriebsbeamten pflegen aus eigener Erfah-

---

[24]) Man vergl. Zeitschr. f. Bauwesen 1868, p. 106, daselbst p. 433 und Annales des ponts et chaussées 1869, II. p. 148, woselbst auch ein Verfahren der Einlegung von Uebergangscurven in fertige Bahnstrecken erörtert ist.

Ferner: Helmert Uebergangscurven für Eisenbahngleise und: Die Eisenbahn 1876. Bd. V. p. 80.

rung zu wissen, wie schwer sich kleine Fehler und Versehen beim Oberbaulegen rächen.

Da es ferner angezeigt ist, die meisten der zum Oberbaulegen erforderlichen Geräthe seitens der Verwaltung direct anzuschaffen, weil dieselben für die Bahnunterhaltung ohnehin erforderlich sind, so scheinen für die Herstellung des Oberbaues, dessen Materialien ohnehin durchweg von den Verwaltungen beschafft zu werden pflegen, alle Elemente gegeben zu sein, welche auf Ausführung desselben in Regie hinweisen, ein Verfahren, welches sowohl von Etzel, wie von Goschler empfohlen wird und auch das am weitesten verbreitete sein dürfte.

Hier haben wir indess vorzugsweise die Verhältnisse deutscher Bahnen vor Augen, welche als Ergänzung eines im Betriebe befindlichen Netzes aufzutreten pflegen. Es kann unter gewissen Verhältnissen auch die Vergebung des Oberbaulegens an einen Unternehmer zweckmässig sein. Alsdann dürfte es sich aber empfehlen, dem Unternehmer die Herstellung des Oberbaues auf einer grösseren Strecke zu übertragen und seinen Contract auch auf andere, mit der Herstellung des Oberbaues in Verbindung stehende Arbeiten auszudehnen. Diesem Princip entsprechend empfiehlt Paulus, den Transport der Oberbaumaterialien von den Hauptdepots (den Ablieferungsstellen der Lieferanten) nach den Lagerplätzen an der Bahn womöglich dem Unternehmer des Oberbaues zu übertragen. Es wird dadurch eine doppelte Uebergabe des Materials (erst an einen Fuhrunternehmer und dann an den Unternehmer des Oberbaues) vermieden und an Kosten für Magazine und Bewachung gespart. Der Unternehmer des Oberbaues hat dagegen den Vortheil, die Oberbau-Materialien immer nur da abladen zu können, wo er dieselben, entsprechend dem täglichen Fortschritte der Unterbauarbeiten, unmittelbar gebraucht, und wovon er jederzeit am besten und schnellsten unterrichtet ist.

Es wird ferner nicht selten zweckmässig sein, dem Unternehmer des Oberbaues die Beschaffung eines Theils des Bettungsmateriales zu übertragen und nur dasjenige Material, welches gelegentlich der Herstellung der Einschnitte gewonnen werden kann (namentlich Steinschlag), an den Unternehmer der Erdarbeiten zu veraccordiren.

Der beschränkte Raum gestattet nicht, an dieser Stelle auf die Bedingungen, welche den Oberbauunternehmern aufzuerlegen sind, näher einzugehen. Man findet beispielsweise ein Bedingnissheft in Paulus, der Eisenbahn-Oberbau. Auch Goschler (Tome I, p. 527) giebt einen Auszug aus einem solchen.

§ 13. Kosten. — Die nachstehenden Notizen, welche wir über die Kosten der Oberbauarbeiten gesammelt haben, geben wir grösstentheils in der Form, wie sie in den Quellen vorkommen, und ohne allgemeine Ergebnisse aus denselben zu ziehen. Bei den sehr verschiedenen Verhältnissen, unter denen die Beobachtungen gemacht sind, namentlich bei der Verschiedenartigkeit des Geldwerthes in den in Frage kommenden Ländern wird diese Art der Darstellung die richtige sein.

a. Bettung. Die Kosten für Gewinnung und Transport des natürlichen Bettungsmateriales sind nach den für Erdarbeiten geltenden Regeln zu berechnen und können hier nicht speciell erörtert werden. Einige Notizen findet man in Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen p. 184.

Ueber die Transportkosten des Bettungsmateriales auf definitiver Bahn (mit Pferden und mit Menschen, sowie auf Hülfsbahnen) vergl. Goschler, Tome I, p. 545.

In Betreff der Leistung von Steinbrechmaschinen sind in Württemberg für den Strassenbau eingehende Beobachtungen gemacht, aus denen Folgendes hervorzuheben ist. Eine Maschine zerkleinert täglich 500 Centner Steine und hat die Beschaffenheit der letzteren auf die Massen, welche zerkleinert werden, wenig Einfluss. Der Preis pro 10 Centn. (5000 Kilogr.) stellt sich

bei allen Steinsorten ziemlich gleich und durchschnittlich auf 0,46 Mk. Hierbei ist indess für Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitals nichts gerechnet. Für den genannten Preis kann auch ein gleiches Quantum Kalksteine durch Handarbeit zerkleinert werden. Dagegen stellen sich diese Kosten (pro 10 Centner) bei Roth-Todtliegendem auf 0,6 Mk., bei Basalt und verwandten Gesteinsarten auf 1,2 Mk. und darüber.

Es erscheint somit die Verwendung der Steinbrechmaschinen gerade bei den Sorten, welche die meiste Handarbeit erfordern, ökonomisch, nicht aber bei weicheren Steinen. Bei letzteren fällt auch der Schotter nicht besonders gut aus und ist die Reihenfolge verschiedener Steinsorten nach der Güte des Schotters: Basalt, Granulit, Todtliegendes, Granit, Kalkstein. Wenn man indess erwägt, dass der mit Steinbrechmaschinen hergestellte Schotter gewöhnlich mit kleinen Abfällen und Staub stark vermischt ist, so erscheint es zweifelhaft, ob die Anwendung der genannten Maschinen, unter irgend welchen Umständen, empfehlenswerth ist.

b. Legen des Schwellen-Oberbaues. Hauptarbeit. In »Organisation des Baudienstes bei der Schweiz. Centralb., Band II« findet sich folgende Notiz:

Eine Arbeitergruppe von 46 Mann legt in 11 Arbeitsstunden und bei strenger Aufsicht des Tages mindestens 90^m fertiges Gleis.

Eine solche Arbeitergruppe ist folgendermaassen zusammengesetzt:

Vorarbeiter	1 Mann	Kramper	14 Mann
Vorleger (vergl. § 6) . .	5 -	Zum Anbringen der Laschen	2 -
Zwischenschwellenleger 2 Abtheilungen à 5 Mann .	10 -	Schmiedebub	1 -
Bohrer und Nageler 2 Abtheilungen à 6 Mann .	12 -	Bauwächter	1 -
			46 Mann.

In den Kostenanschlägen liess Etzel ansetzen:

Legen des Oberbaues

für Unterhaltung der Werkzeuge und Geräthe pro $0^m,3$	= 0,05 fr.	(pro M. = 0,133 Mk.)
für Materialverbrauch . . . . - -	= 0,05 fr.	(- - = 0,133 -)
für Handlöhne . . . . - -	= 0,40 fr.	(- - = 1,067 -)
Summa pro $0^m,3$	= 0,50 fr.	(pro M. = 1,333 Mk.)

Auf den neuen Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft ist (nach Paulus) das Oberbaulegen pro lauf. Fuss österr. an Unternehmer mit folgenden Preisen bezahlt:

unter günstigen Verhältnissen mit
17 bis 19 kr. (macht 1,067 bis 1,2 Mk. pro ^{m}.)
unter den sehr ungünstigen Verhältnissen der Brenner-Bahn mit
22 bis 30 kr. (macht 1,39 bis 1,9 Mk. pro ^{m}.)

Ferner sind bezahlt:

für das Legen und Befestigen eines jeden Fusses Oberbau auf Langschwellen bei Brücken und Entleerungsgruben incl. des Drehens der Köpfe der Schienennägel (Zulage) 30 kr. (1,9 Mk. pro ^{m}.),

für das Legen und Befestigen eines jeden Fusses Oberbau auf die schon vorgelegten Querschwellen bei Brücken incl. des Dechselns dieser Querschwellen (Zulage) 24 kr. (1,52 Mk. pro ^{m}.)

Auf einer der Orleans-Centralbahnen (Länge 35 Kilom.) ist der Anschlagspreis pro Meter Oberbaulegen 1 fr. 75 (1,4 Mk.). Hierin sind alle Nebenarbeiten inbegriffen, sowie die Kosten des Transports der Materialien mit der Bahn, nur für Transport mit Landfuhrwerk wird eine besondere Vergütung bezahlt. Auf Brücken, bei Niveauübergängen etc. werden 3 fr. (2,4 Mk.) pro Meter Zulage gerechnet.

. auch Plessner, Anleitung zum Veranschlagen p. 185.

s Hilf'schen Oberbaues. Bei Herstellung des Hilf'schen Ober-
sonal des Verlegezuges (vergl. § 8 dieses Capitels) aus Locomotiv-
Die beiden Gruppen der Verlegecolonne zählen 17, bez. w.
von 12 Stunden wird bei einigermaassen eingeübtem Per-
verlegt. Nimmt man indess in Rücksicht auf manche

unvermeidlicher Weise eintretende Störungen als mittlere Tagesleistung nur 800^m an, so betragen die gesammten Kosten für Gestellung, Heizung und Bedienung der Maschine, für das Zugpersonal, die Löhne der Verlegecolonne, Amortisation und Verzinsung der Kosten der maschinellen Einrichtungen u. s. w., sowie Unterhaltung während der Bauzeit pro lauf. Meter Gleis nur (abgerundet) 1,33 Mk. —

d. Legen des Oberbaues. Nebenarbeiten. Anschlagspreise der Schweizerischen Centralbahn:

für die Pacht von Lagerplätzen der Schwellen, deren Uebernahme, Aufschichtung und Beaufsichtigung pro Stück	0,10 fr.	(8,0 Pf.)
für das Einschneiden der Schwellen von gewöhnlichen Dimensionen	0,04 -	(3,2 -)
für das Verführen derselben von den Lagerplätzen an die Bahn und zwar:		
für Auf- und Abladen	0,08 -	(6,4 -)
für Transport auf je 300^m Entfernung	0,008 -	(0,64 -)
Weiter sind zu berechnen:		
für die Lagerung der Schienen in der Hauptniederlage pro Centner	0,02 -	(1,6 -)
für die Magazinirung der Schienenbefestigungsmittel in der Hauptniederlage pro Centner	0,04 -	(3,2 -)
für das Biegen der Schienen mit Halbmessern von 600^m und weniger pro Centner	0,10 -	(8,0 -)
für das Verführen von Schienen und Schienenbefestigungsmitteln aus der Hauptniederlage an die Bahn und zwar:		
für Auf- und Abladen pro Centner	0,05 -	(4,0 -)
für Transport auf je 300^m Entfernung	0,005 -	(0,04 -)

Für Abhauen von Schienen und Nachbohren des einen Laschenloches wird ein Accordpreis von ca. 0,50 fr. (40 Pf.) pro Stück genehmigt.

Während der Bahnunterhaltung sind auf Hannoverschen Bahnstrecken folgende mässige Preise gezahlt:

1 Schiene an 3 Stellen klinken und die obere Kante des Kopfes abfasen . .	10 Pf.
1 Schiene abhauen	21 -
1 Laschenschraubenloch bohren	6 -
1 Schiene aufladen	3 -
1 Schiene abladen	3 -

Nach Goschler kostet das Krümmen oder Geraderichten einer Schiene 0,15 bis 0,20 fr. (12 bis 16 Pf.).

Nach v. Weber (Polyt. Centralbl. 1848, p. 273) biegen 4 geübte Arbeiter in einem Tage von 12 Stunden 80 Schienen, eine Schiene kostet 7,2 Pf.

Ueber die Kosten des Hobelns und Bohrens der Schwellen auf den Braunschweigischen Bahnen vergl. Organ 1862, p. 107, auch Polyt. Centralbl. 1862, p. 1069.

e. Angaben über Kosten der Oberbau-Geräthe findet man vollständig in Paulus, der Eisenbahn-Oberbau. Auch Goschler (Tome I, p. 570) giebt eine Uebersicht derselben.

Literatur.

Die wichtigsten Arbeiten über das Legen des Oberbaues und die damit in Verbindung stehenden Arbeiten sind folgende:

*Organisation des Baudienstes bei der Schweizerischen Centralbahn. II. Band. Oberbau.

*Paulus, der Eisenbahn-Oberbau. 2. Aufl. Wien. (Lehmann und Wentzel.)

*Goschler, Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris. Noblet et Baudry. Tome premier.

*Couche, Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris. Dunod. Tome premier.

*Ueber die Vermittelung der Gefälle, sowie der geraden und gekrümmten Strecken auf Eisenbahnen. Zeitschr. f. Bauw. 1868, p. 101.

*Vermittelung des Gefällwechsels und des Curvenanschlusses auf Eisenbahnen. Daselbst p. 433 (nach Annales des ponts et chaussées. 1867, p. 312).

Helmert, Uebergangscurven für Eisenbahngleise (Aachen. Mayer).

*Hilf, Der eiserne Oberbau — System Hilf — für Eisenbahn-Gleise (Wiesbaden. Kreidel).

Man vergleiche ferner:

Berechnung von Spurerweiterung, Schienenüberhöhung und Schienenneigung. Zeitschr. des Bayerischen Arch.- und Ingen.-Ver. 1870, p. 11 und p. 20.

Geiduscheck, Ueber Erweiterung und Erhöhung der Schienen in Krümmungen. E.-V.-Z. 1861, p. 421.

Garcke, Bestimmungen über das Maass der ungleichen Schienenlage in den Bahncurven. Zeitschr. f. Bauwesen. IV. Jahrg. Auch Organ 1854, p. 159 und Polyt. Centralbl. 1854, p. 1034.

Vojáček, C., Ein Diagramm für Uebergangscurven. Organ f. Eisenbahnwes. 1877, p. 48.

IX. Capitel.

Ausweichungen und Gleiskreuzungen.

Bearbeitet von

Ed. Sonne,
Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu Tafel XIX bis XXII und 23 Holzschnitte.)

---

§ 1. Einleitung und Uebersicht. — Auf Wasserstrassen und auf Landwegen können die Schiffe, die Wagen einander ausweichen, einander überholen, wenden und umkehren, wie und wo sie wollen, wenn anders nur das Wasser tief und die Strasse breit genug ist. Anderen Verhältnissen unterliegen die Eisenbahnen und ihre Fahrzeuge. Auf den Schienen würden Locomotiven und Eisenbahnwagen festgebannt und darauf beschränkt sein, sich nur rückwärts und vorwärts zu bewegen, wenn nicht besondere Vorkehrungen behufs des Ausweichens, Ueberholens und Wendens der Eisenbahnfuhrwerke getroffen würden.

Diese Vorkehrungen sind verschieden, je nach den Wegen, welche Locomotive und Wagen machen sollen, und je nachdem einzelne derselben oder ein ganzer Zug ausweichen oder wenden muss. Für einzelne Fahrzeuge und plötzliche Richtungsveränderungen kommen Drehscheiben und Schiebebühnen zur Anwendung, deren Besprechung dem XII. Capitel dieses Bandes vorbehalten ist. Bei allmählichen Richtungsveränderungen dagegen und für die Manipulationen mit Zügen sind diejenigen Anordnungen zu benutzen, deren Besprechung wir nunmehr beginnen: die Weichen (Ausweichungen, Wechsel).

Die Weichen sind in gewisser Beziehung vollkommener als die Drehscheiben und Schiebebühnen, weil sie sowohl für einzelne Fuhrwerke, wie für ganze Züge zu gebrauchen sind; sie sind andererseits unvollkommener, weil man mit ihrer Hülfe ein Umwenden nicht erreichen kann, wenigstens nicht ohne Gleisanlagen von übermässiger Ausdehnung und wiederholtes Anhalten der Züge. Es kann sein, dass dieser Uebelstand noch eine neue Constructionsform neben den genannten ins Leben rufen wird.[1])

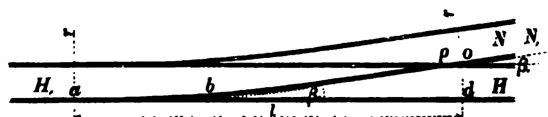
---

[1]) Man vergl. die Gleisanordnung auf dem Bahnhofe zu Baltimore, welche das Wenden der Locomotiven ohne Drehscheiben ermöglicht, in Perdonnet's Traité, 2. Bd., p. 355. Ferner Scheffler's Project einer Drehbahn in Zeitschrift für Bauwesen 1866, p. 547.

Im Nachstehenden werden wir nun zunächst einen Blick auf die historische Entwickelung der Weichenconstruction werfen und sodann die Anordnung der einzelnen Weichen, welche die Theilung eines Gleises in zwei unter einem spitzen Winkel liegende Zweige ermöglicht, mit ihren Einzelheiten betrachten. Hieran schliesst sich die Besprechung der Gleiskreuzungen. — Am Schlusse des Capitels haben wir die mancherlei Formen zu erläutern, welche bei Anwendung einer Anzahl von Weichen, sowie durch Combinationen von Weichen mit Gleiskreuzungen zum Vorschein kommen (Weichenverbindungen, Weichenstrassen, Kreuzweichen u. s. w.), womit wir uns den Untersuchungen nähern, deren weitere Ausführung dem Capitel über Anlage der Gleise auf Stationen vorbehalten ist.

§ 2. Aeltere Formen der Weichen; Schleppweichen und Weichen mit festen Spitzen. — Eine Weiche soll nach Obigem eine Verbindung zwischen zwei unter einem spitzen Winkel zusammenlaufenden Gleisen H und N (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 1) herstellen. Die Eisenbahnfahrzeuge können ihre Bewegungs-

Fig. 1.



richtung nicht plötzlich ändern, es ist somit zum Zweck einer Ablenkung der Wagen aus der Richtung $N N_{,}$ in die Richtung $H H_{,}$ eine Curve einzulegen, welche bei a das Hauptgleis H, bei o das Nebengleis N tangirt. Ferner muss in der Gruppe von Schienen, welche sich auf diese Weise bildet, Platz für die Spurkränze der Räder geschaffen werden. Auf diesen einfachen Grundlagen beruhen sämmtliche Weichenconstructionen.

Soweit die Wege für die Spurkränze der Räder, welche in der Figur durch Schraffage bezeichnet wurden, getrennt von einander laufen, sind wesentliche Abweichungen von der gewöhnlichen Oberbauconstruction nicht geboten, dagegen müssen sowohl am Anfange der Ausweichung (bei a), wie am Ende derselben, wo ein Schienenstrang den anderen durchschneidet, besondere Anordnungen getroffen werden. Die Ausweichung zerfällt somit in drei Theile: die eigentliche Weiche (der Wechsel, Ablenkvorrichtung), die Weichencurve und die Kreuzungsstelle der Schienen.[2] Die Weichencurve findet sich in ziemlich gleicher Weise bei allen Ausweichungen, die Ablenkvorrichtnng und die Kreuzungsstelle sind in verschiedener Weise construirt.

Unter den älteren, hierher gehörigen Anordnungen sind zunächst zwei hervorzuheben:

1. Die Schleppweiche mit Dreh- oder Tanzschiene an der Durchkreuzungsstelle, bei der man am Anfang und am Ende der Ausweichung die Schienen des Nebengleises ganz beseitigt und die Schienen des Hauptgleises bald für die eine, bald für die andere Fahrrichtung gebraucht.

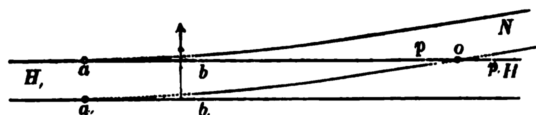
[2] In Betreff der Nomenclatur der Weichen herrscht noch nicht die nöthige Uebereinstimmung und Klarheit. Wir werden uns möglichst an die Bezeichnungen der technischen Vereinbarungen halten. Daselbst scheint man die gesammte Anordnung, durch welche die Gleise miteinander verbunden werden, mit »Ausweichung«, den vorderen Theil derselben aber, in welchem die Trennung der Gleise beginnt, mit »Weiche« zu bezeichnen. Für den Theil, welcher sich an der Kreuzungsstelle der Schienenstränge bildet, verdient der Name »Herzstück« den Vorzug vor allen anderen.

2. **Die Weiche mit festen Spitzen und Herzstück, bei welcher man sich darauf beschränkt, die Schienentheile da, wo sie den Spurkränzen in den Weg treten, zu beseitigen.**

Die beiden genannten Formen verdienen Beachtung, weil sie, wie alle primitiven und einfachen Anlagen, eine besondere Lebenskraft zeigen und noch heut zu Tage, wenn auch nur für untergeordnete Zwecke, zu gebrauchen sind.

1. Bei der Schleppweiche (s. Holzschnitt Fig. 2) werden die Schienen *a b* und *a, b,*, welche abwechselnd für das Hauptgleis und für das Nebengleis dienen, um die Punkte *a* und *a,* drehbar gemacht, mit Verbindungsstangen versehen und bei einfachster Anordnung mit einer Kette oder mit einem leichten Hebelwerk bewegt. In ganz ähnlicher Weise liesse sich auch die Drehschiene *op* construiren, wenn man

Fig. 2.



einen Drehpunkt bei *o* anordnete. Man zieht jedoch vor, das Schienenstück *pp,* um den in seiner Mitte liegenden Punkt *o* beweglich zu machen.

Bei provisorischer Herstellung von Weichen für Arbeitsbahnen, militärische Zwecke u. s. w. sind die bezeichneten Constructionen, ihrer Einfachheit und Billigkeit wegen, sehr zu empfehlen. Sie haben aber den erheblichen Nachtheil, dass eine Entgleisung unvermeidlich ist, wenn ein Wagen, in der Richtung *N H,* kommend, die Weiche für das Hauptgleis gestellt findet. Man hat zwar diesen Uebelstand durch sinnreiche Constructionen zu heben gewusst, aber nur auf Kosten einer starken Inanspruchnahme der Fahrzeuge beim Passiren einer unrichtig gestellten Weiche. Es wird somit bei uns in neuerer Zeit die Schleppweiche[3], sowohl in ihrer einfachen wie in ihrer verbesserten Form, für Locomotivbahnen nur selten zur Anwendung gebracht, obwohl sie den Vortheil hat, dass sie einen allmählichen Uebergang von einer Fahrrichtung in die andere ermöglicht.

Man vergleiche hierzu die nachstehende Bestimmung der Grundzüge I, § 64:

»**Weichen in Gleisen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, ein Ablaufen der Räder von den Schienen vorkommen kann, sind unzulässig.**«

Auf den amerikanischen Bahnen findet man die Schleppweichen noch viel im Gebrauch. Man stellt dort mit Hülfe derselben nicht allein dreitheilige Ausweichungen (vergl. § 23 dieses Capitels) in billigster Weise her, sondern auch doppelte dreitheilige Ausweichungen, indem man von zwei Seiten her je drei Gleise auf eine einzige Schleppweiche führt.

2. Die Ausweichung mit festen Spitzen und Herzstück entsteht,

---

[3]) Detailzeichnungen und Beschreibungen von Schleppweichen findet man u. A.:
Eb. Z. 1847, p. 107 (Württembergische Doppelschleppweiche).
Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer.
Couche, Voie etc. I, p. 348.
Organ, 1870, p. 24.

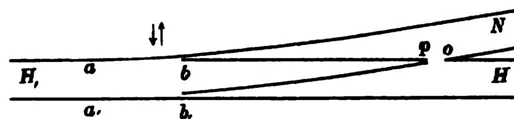
Schleppweichen mit Sicherheitsvorrichtung aus Hartguss wurden s. Z. von Gruson in Buckau bei Magdeburg angefertigt.

wie bereits angegeben, dadurch, dass man an allen Stellen, woselbst Theile der Schienen den Spurkränzen hindernd in den Weg treten, die ersteren beseitigt.

Der nachstehende Holzschnitt (Fig. 3) zeigt die Elemente dieser Weiche.

Bei b und $b_{,}$ können die Räder ohne Anstand passiren, es ist aber erforderlich, dass denselben auf irgend eine Weise der Weg entweder in das Hauptgleis oder in das Nebengleis angewiesen wird. Bei schmalspurigen Bahnen, welche mit leichten Wagen befahren werden, findet man noch heute die bezeichnete, höchst einfache

Fig. 3.



Construction. Der Pferdeführer des Wagenzuges giebt nach Bedarf einem jeden Wagen einen leichten Stoss in angemessener Richtung und verhindert auf diese Weise, dass die Wagen sich verlaufen. Auch für Stadtbahnen genügen an manchen Stellen diese einfachen Weichen mit festen Spitzen.

Die Einzelnheiten einer solchen Weiche sind auf Tafel XIX, Fig. 13 (Weiche der Stuttgarter Pferdebahn, s. Organ 1871, p. 62) dargestellt. Die feste Spitze ist an eine — im Grundriss durch Horizontalschraffage markirte — Platte gegossen, welche zwischen der Fahrschiene und einer das Pflaster abschliessenden Schiene befestigt ist. Beide Schienen sind dem gewählten Oberbausysteme entsprechend Hartwichschienen. Die Querverbindung wird durch Rundeisen $z\,z$ bewirkt. — Bei Anwendung dieser Weichen wird die Anordnung der Gleise am besten so getroffen, dass bei der Einfahrt der Wagen in die Ausweichung eine Ablenkung derselben von der geraden Linie nicht stattfindet (vergl. Fig. 19, Taf. XXII und Organ 1867, p. 46).

Bei Stadtbahnen ist die Möglichkeit der Anwendung von Weichen mit festen Spitzen dadurch gegeben, dass der einzelne von Pferden gezogene Wagen sich zur

Fig. 4.

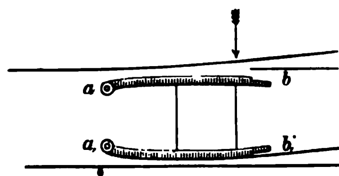
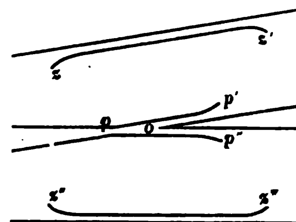


Fig. 5.



Noth in das eine oder andere Gleis lenken lässt, für Bahnen mit Locomotivbetrieb musste eine besondere Vorkehrung getroffen werden, um einen Seitendruck auf die Fahrzeuge auszuüben. Man ordnete die in der vorstehenden Fig. 4 angedeuteten, bei a und $a_{,}$ drehbaren Schienen an, welche in der gezeichneten Stellung die Räder zwingen, das Hauptgleis zu verfolgen, während sie, nach angemessener Verschiebung, die Wagen in das Nebengleis weisen. Dergleichen Schienen haben, ihrer Wirksamkeit entsprechend, den Namen Zwangschienen bekommen. Man hatte somit eine Weiche mit festen Spitzen und beweglichen Zwangschienen construirt.

Ganz ähnlich wurde die Anordnung an der Durchkreuzungsstelle der Schienen getroffen. Es war daselbst zunächst eine Verlängerung der Schienen über den Punkt p hinaus nach $p_{,}$ und $p_{,,}$ erforderlich, damit die Räder an dieser Stelle nicht jeder

Unterstützung entbehrten. Die Radkränze sind bekanntlich erheblich breiter als die Schienen, und können somit die bezeichneten Flügel- oder Hornschienen den Rädern Unterstützung gewähren, bis die Spitze des Herzstücks ihnen zu Hülfe kommt. Ausserdem waren aber auch an dieser Stelle Zwangschienen ($zz_,$ und $z_{,,} z_{,,,}$) anzuordnen, zum Ersatz der zwischen p und o wegfallenden Leitung der Räder. Diese Zwangschienen konnten unbeweglich mit den Schienensträngen verbunden werden.

Die Weiche mit festen Spitzen ist für Locomotivbahnen längst verschwunden, unter ihren zahlreichen Mängeln ist namentlich der hervorzuheben, dass die Zuschärfungen der Schienen unter dem wachsenden Gewicht der Fuhrwerke nicht Stand zu halten vermochten. Wir sehen also auch in Betreff dieser Construction ab von der Besprechung ihrer weiteren Ausbildung, behufs Sicherung der Fuhrwerke bei unrichtig gestellter Weiche. — Aber die erörterte Form des Herzstücks nebst seinem Zubehör hat sich im Wesentlichen bis auf den heutigen Tag erhalten, so dass wir weiterhin nur die Ausbildung der beschriebenen Grundform zu untersuchen haben werden.

Ausser Schleppschienen und festen Spitzen giebt es noch eine dritte Construction, um den Spurkränzen in der Weiche und an der Kreuzungsstelle der Schienen einen angemessenen Weg anzuweisen. Man kann nämlich die Schienen des Hauptgleises ohne Unterbrechung durchlaufen lassen und diejenigen des Nebengleises so anordnen, dass die Spurkränze über den Schienen des Hauptgleises hinweg gehen. An der Kreuzungsstelle ist alsdann im Nebengleis, sobald dasselbe befahren werden soll, ein Schienenstück über die Schiene des Hauptgleises zu legen, was man mitunter bei Interimsbahnen ausgeführt findet. Die Weiche aber gestaltet sich in diesem Falle zu der auf amerikanischen Bahnen vorkommenden sog. Kletterweiche (s. Ann. des ponts et chaussées; 1872. Sept. p. 139 und Zeitschr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. für Hannover. 1873, p. 300).

§ 3. Weitere Ausbildung der Weichenconstruction. Weichen mit fester Zwangschiene und ungleichlangen Zungen. Weichen mit zwei gleichlangen Zungen. — Neben den vorhin besprochenen Weichenformen haben sich die Weichen mit beweglichen Spitzen (Zungen) ausgebildet. So viel bekannt, kommt die jetzt bei Hauptbahnen ziemlich allgemein gebräuchliche und weiter unten näher zu bespre-

Fig. 6.

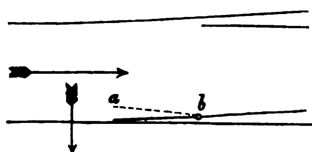
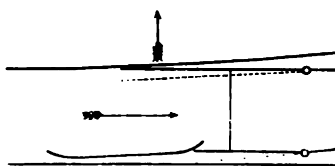


Fig. 7.



chende Weiche mit zwei gleich langen Zungen schon bei den älteren, von Stephenson erbauten Bahnen vor. Es dauerte aber lange Zeit, bevor sie allgemeinen Eingang fand.

Betrachten wir zunächst einige der wichtigeren Zwischenformen.

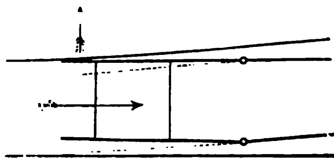
Die unvollkommene Unterstützung der Räder, welche die Weichen mit festen Spitzen gewähren, wird verbessert, wenn man die Lücken, welche der Spurkränze wegen hergestellt werden müssen, durch ein bewegliches, zugeschärftes Stück ausfüllt, das seinen Drehpunkt bei b (s. vorstehende Fig. 6) erhielt. Zur Noth genügte es, dergleichen »Weichenzungen« (Verschubschienen) nur in dem coupirten Strange des Nebengleises anzubringen. Solche Weichen mit einer Zunge findet man noch für untergeordnete Zwecke. (Man vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1860, Blatt 62

und 1862, Blatt 36.) — Vollkommener erscheinen natürlich die Weichen, welche zwei Zungen erhielten, es verdient namentlich die Weiche mit zwei ungleich langen Zungen und fester Zwangschiene Beachtung. (Skizze Fig. 7 obenstehend, Detailzeichnung, s. Eb. Z. 1847, p. 191.)

So lange die Einzelnheiten der Weichenconstruction noch nicht gehörig ausgebildet waren, musste sich beim Anschluss der Zunge an die »Backe« (Gegenschiene. Stockschiene, Anschlagschiene) in der Flucht der Schieneninnenkante eine Unebenheit zeigen, sei es nun, dass man ausgeklinkte Backen anwendete oder dass man die Zunge, um sie nicht allzusehr zu verschwächen, an ihrem Ende ein wenig vortreten liess. Beim längern Gebrauch der Weiche konnte sich dieser Uebelstand durch Plattfahren der Schienen leicht vergrössern, ganz besonders musste derselbe aber fühlbar werden, wenn sich Sand oder Schnee zwischen den Zungen und den Backen festsetzte. Diese Umstände, welche noch heutigen Tages die grösste Beachtung erfordern, machten die Punkte, an denen der Anschluss der Zungen an die Backen stattfand, zu besonders gefährlichen.[4]) Die somit entstehende Gefahr einer Entgleisung der Räder der Fuhrwerke ward aber merklich vermindert durch Anbringung einer der Zunge des Hauptgleises gegenüberliegenden Zwangschiene, durch welche ein angemessener Spielraum zwischen Rad und Zungenspitze gesichert werden konnte.

Weil aber die Zwangschiene mit zwei gleichlangen Zungen nicht vereinbar war, so machte man die eine, und zwar die Zunge des Nebengleises kürzer, als die andere und erhielt so die oben bereits namhaft gemachte Form der Weiche. Dieselbe ist längere Zeit auf verschiedenen Bahnen mit Erfolg benutzt und jedenfalls zu den vollkommeneren zu rechnen. Beachtenswerth sind die näheren Mittheilungen, welche Couche (Voie etc. I, p. 349 ff.) über dieselbe macht, namentlich auch seine Besprechung der von den obigen abweichenden Ansichten Perdonnet's. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die fragliche Construction in Betreff der Sicherheit mindestens dasselbe gewährt hat, wie die jetzt übliche Anordnung.

Fig. 8.



Die Weiche mit zwei langen Zungen (s. nebenstehenden Holzschnitt Fig. 8) wurde der Weiche mit einer langen und einer kurzen Zunge nebst Zwangschiene erst von dem Augenblick an ebenbürtig, als man in Betreff der Form des äussersten Theils der Zungen eine wesentliche Verbesserung einführte. Um den vorhin besprochenen grossen Uebelstand der Zungenweichen zu vermindern, gab man den Spitzen der Zungen eine doppelte Zuschärfung, man verringerte am Auslauf der Zunge nicht allein ihre Breite, sondern auch ihre Höhe und liess sie sonach mit ihrer Spitze unter die Backe treten: man machte sie »unterschlagend«. Nachdem dies geschehen, schien die Zwangschiene keine wesentlichen Vortheile mehr zu haben, im Gegentheil, es war ihre Beseitigung im Interesse der Vereinfachung der Construction und behufs Vermeidung der Seitenstösse auf die Räder, welche jede Zwangschiene zur Folge hat, wünschenswerth. Weitere Vorzüge der Weiche mit gleich langen Zungen sind: Gleichmässigkeit der Spurweite im Bereich der eigentlichen Weiche und bei gewissen Formen derselben, die Mög-

[4]) Man vergl. die Motivirung von »Wild's Patentweiche«. Eb. Z. 1847, p. 71.

lichkeit, Rechtsweichen und Linksweichen [5]) ohne wesentlichen Nachtheil verwechseln zu können.

Die Weichen mit langen Zungen haben in der Regel solche von gleicher Länge, nur ausnahmsweise kommen geringe Differenzen in den Längen der Zungen vor. In grösserem Maassstabe und in einer hinsichtlich der Einzelnheiten sorgfältig ausgebildeten Construction ist die Weiche mit gleichlangen Zungen durch die Figg. 21 bis 25 auf Tafel XIX dargestellt.

§ 4. Selbstwirkende Weichen. Stellvorrichtungen der Weichen. — Die einfachen Vorrichtungen, deren man sich, wie oben erwähnt, zur Bewegung der verstellbaren Schienen der Weichen für untergeordnete Zwecke bedient, können bei Locomotivbahnen nicht genügen. Namentlich bei Zungenweichen muss die Stellung der Zungen so sicher wie irgend möglich fixirt werden. Es geschieht dies, indem man mit dem Hebel, welcher dieselben in Bewegung setzt, ein Gewicht in solcher Weise in Verbindung bringt, dass die Wirkung dieses Gewichts die Zunge in einer bestimmten Richtung gegen die Backe presst.

Die Anbringung eines Gegengewichts am Hebel des Weichenbocks hat aber noch einen weiteren Vortheil. Wenn eine Weiche für das Hauptgleis gestellt ist und in dieser Stellung durch das Gegengewicht des Weichenhebels festgehalten wird, so wird ein aus dem Nebengleise kommendes Fuhrwerk die Weichenzunge des Hauptgleises von der Backe entfernen: das Fuhrwerk wird ohne Zuthun eines Wärters aus dem Nebengleise auf das Hauptgleis übergehen können, »die Weiche wird aufgefahren«. Nachdem aber das Fuhrwerk passirt ist, bringt das Gegengewicht die Zunge in ihre frühere Lage zurück und die Weiche steht wieder recht für das Passiren der Fuhrwerke beider Richtungen des Hauptgleises. Die Weiche kann in vier verschiedenen Weisen durchfahren werden, im Hauptgleise vorwärts und rückwärts, vom Hauptgleise nach dem Nebengleise und umgekehrt. Das Gegengewicht am Weichenhebel ermöglicht, dass nur in einem der vier Fälle eine Bedienung der Weiche durch Menschenhand, das »Ziehen der Weiche«, unbedingt erforderlich ist. Diese Eigenschaft hat den üblichen Weichen den Namen »selbstwirkende Weichen« verschafft.

Bei zunehmender Ausdehnung der Bahnhofsanlagen wurde man indess darauf geführt, noch auf weitere Mittel zur Erleichterung der Bedienung der Weichen zu sinnen. In den Nebengleisen der Bahnhöfe kommen viele Stellen vor, bei denen man von einer Hauptfahrrichtung kaum sprechen kann. Für die betreffenden Weichen hat die Fixirung der Stellung des Gegengewichts keinen Zweck, es ist somit angezeigt, dasselbe bald an der einen, bald an der anderen Seite des Weichenhebels wirken zu lassen oder einen Weichenbock mit verstellbarem Gegengewicht anzuwenden. Wegen der Details dieser Construction vergl. man § 20.

Es sei hier noch erwähnt, dass man bei Weichenböcken mit festem Gegengewicht früher wohl Haken angebracht hat, um für einige Zeit die Wirkung des Gegengewichts aufzuheben. Einen gleichen Dienst versehen die Klötzchen oder Stützen, welche die Wärter wohl unter die Gegengewichte der Weichenböcke stellen, um sich ein Ziehen der Weiche zu ersparen. Dergleichen Maassregeln sind für Weichen in Hauptgleisen unstatthaft, ein wesentlicher Vortheil der selbstwirkenden Weiche: Sicherheit in Betreff der Stellung der Zungen, geht durch sie verloren (vergl. § 64 der Grundzüge). Für Weichen in den Nebengleisen

---

[5]) Bei der Bestimmung, ob eine Weiche eine »Rechtsweiche« oder eine »Linksweiche« sei, stellt man sich an die Spitze der Weichenzungen und wendet das Gesicht dem Herzstück zu. — Backen und Zungen führen den gemeinschaftlichen Namen »Weichenschienen«.

sind die Einfallhaken überflüssig, seit man für dieselben Weichenböcke mit verstellbaren Gegengewichten anwendet.

§ 5. Technische Vereinbarungen über die Construction der Ausweichungen. — Bevor wir auf die Besprechung der Einzelnheiten der Weichenconstruction eingehen, stellen wir im Nachstehenden diejenigen Paragraphen der technischen Vereinbarungen zusammen, welche hier in Betracht kommen.

Für Haupteisenbahnen gilt Folgendes:

§ 63. Ausweichungen, durch welche ganze Züge fahren, sollen mit Radien von mindestens 180m angelegt werden. Wünschenswerth ist es, die Endweichen der Bahnhöfe mit Radien von etwa 300m zu construiren.

Zwischen den beiden Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleises soll eine gerade Linie von mindestens 6m liegen.

***Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges kann bei den Weichen-Curven unterbleiben.**

Die Vergrösserung der Spurweite in den Curven ist bis zu 30mm zulässig.

§ 64. Als eine zweckmässige Construction der Weichen wird eine solche mit beweglichen, gleichlangen und unterschlagenden Zungen bezeichnet.

Die Spitzen der Zungen sollen mindestens 100mm, im Uebrigen soweit aufschlagen, dass an keiner Stelle ein Anstreifen der Räder an die Zunge stattfinden kann.

Einfallhaken bei selbstwirkenden Weichen sind unzulässig.

Die Gegengewichte sind in der Regel zum Umlegen einzurichten.

***Der normale Abstand der Leitkante der Zwangschienen von der gegenüberliegenden Herzstückspitze soll 1m,394 mit einer durch Abnutzung entstehenden zulässigen Abweichung von 3mm unter diesem Maass betragen.**

Es empfiehlt sich, an der Herzstückspitze die normale Spur einzuhalten. Die Zwangschienen sind an ihren Enden mit möglichst schlankem Einlauf zu construiren.

***Weichen in Gleisen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, ein Ablaufen der Räder von den Schienen vorkommen kann, sind unzulässig.**

§ 65. Ausweichungen für drei Gleise sind bei guter Construction und entsprechender Signalvorrichtung in Hauptgleisen zulässig.

§ 66. Die Anlage englischer Weichen ist zulässig. Es empfiehlt sich dabei, den Kreuzungs-Winkel möglichst stumpf, jedenfalls die Neigung des Herzstücks nicht kleiner als 1 : 10 zu machen, ferner die Herzstückspitze bis in den mathematischen Durchkreuzungspunkt fortzuführen und bei dem Kreuzungsstück die innere Flügelschiene bis zu 50mm über Schienen-Oberkante zu erhöhen.

§ 67. Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist auf 3m,500 Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise ein Markirzeichen anzubringen, welches die Grenze bezeichnet, bis zu welcher in jedem Gleise Wagen vorgeschoben werden dürfen.

Die im Obigen mit einem Sternchen bezeichneten Sätze gelten auch für die Classe I der secundären Bahnen. Im Uebrigen ist für diese Art Bahnen Folgendes festgesetzt:

§ 35 der betreffenden Grundzüge. Ausweichungen, durch welche ganze Züge gehen, sollen in der Regel mit Radien von mindestens 150^m angelegt werden.

§ 36. Auf nicht mit Locomotiven und Personenzügen befahrenen Gleisen ist jede Gattung von Weichenconstruction statthaft.

Wegen der auf die Ausweichungen bezüglichen Bestimmungen des Bahnpolizei-Reglements ist § 3 des XVI. Capitels des vierten Bandes unseres Handbuchs zu vergleichen.

§ 6. Ermittelung der Weite der bei den Weichen vorkommenden Spurkranzrillen. — Bei jeder Ausweichung sind eine Anzahl von Stellen vorhanden, an denen die Spurkränze der Räder zwischen zwei nahe neben einander liegenden Schienen hindurch, in »Spurkranzrillen« (Spurrinnen) passiren müssen. Solche Stellen finden sich bei den Weichen am Drehpunkt der Zungen, ferner bei den Zwangschienen, zwischen der Spitze und den Hornschienen der Herzstücke, und auch bei den in den §§ 21 und 22 zu besprechenden Gleiskreuzungen. Eine genaue und sachgemässe Feststellung der Weite der Spurkranzrillen ist ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit für die Weichenconstruction. Sind dieselben zu eng, so werden die Räder der Fuhrwerke auf eine nachtheilige und namentlich für die Achsen schädliche Weise zur Seite gedrängt [6], sind sie zu weit, so entsteht bei den Zungen eine allzuplötzliche Richtungsveränderung der Fuhrwerke und bei den Herzstücken eine übermässige Ausdehnung der Lücke vor der Herzstückspitze.

Betrachten wir zunächst die Weite der Spurkranzrille an der Wurzel (dem Drehpunkte) der Zungen. Man verlangt mit Recht, dass an dieser Stelle die inneren Seiten der Räder bei normaler Beschaffenheit derselben die Aussenkanten der Zungen nicht berühren sollen. Es würde somit nicht genügen, wenn man die Weite der Spurkranzrille gleich der halben Differenz zwischen Spurweite und dem Minimum der lichten Entfernung der Radreifen (vergl. die auf Seite 35 dieses Bandes citirten Paragraphen der Grundzüge) d. h. gleich $\frac{1435 - 1357}{2} = 39$ oder abgerundet 40^{mm} setzen wollte. Dieses Maass ist indess das Minimum der Weite einer Spurkranzrille und hat als solches Bedeutung. Man muss vielmehr den ungünstigen Fall annehmen, dass ein Räderpaar mit abgenutzten Spurkränzen die Weichen passirt und mit einem Spurkranze hart an der einen Schiene des Fahrgleises anläuft. Da nun nach § 9 des II. Capitels dieses Bandes die Spurkranzbreite oder richtiger der Minimalabstand zwischen Schieneninnenkante und der inneren Ebene der Radreifen bei abgenutzten Rädern annähernd zu $\frac{1435 - (1360 + 25)}{2} = 25^{mm}$ angenommen werden kann, so erhält man für die Weite der in Rede stehenden Spurkranzrille ein vorläufiges Resultat aus der Gleichung $1435 - (1357 + 25) = 53^{mm}$. Es wurde indess im Vorstehenden eine gleichmässige Abnutzung der Spurkränze vorausgesetzt. Weil nun eine solche keineswegs stattfindet — es kommen Verschiedenheiten in der Breite stark abgenutzter, zusammengehöriger Spurkränze bis zu 10^{mm} vor —, so ist es zweckmässig, jenes Maass zu vergrössern und 60^{mm} als den normalen Abstand zwischen Zungenwurzel und Weichenbacke anzunehmen.

---

[6] Man vergl. v. Weber, Die Technik des Eisenbahn-Betriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben p. 135.

Dieses Maass gilt zunächst für die an der geraden Weichenbacke befindliche Spurkranzrille. Bei Anordnung der zum Nebengleise gehörigen Weichenbacke empfiehlt es sich, auf die Spurerweiterung der Weichencurve Rücksicht zu nehmen und jenes Maass um 5 bis 10^{mm} zu vergrössern.

Bei den ausgeführten Weichen findet man nicht selten Abweichungen von den angegebenen Dimensionen. Die kleinsten Spurrinnen kommen bei französischen Weichen vor. Dieselben sind oft nur 50^{mm} breit, es mögen indess in Frankreich auch andere Dimensionen der Räder üblich sein, als bei uns. Auch die Weichen der Oesterr. Nordwestbahn weisen das genannte Maass auf. Bei den Weichen der Hannoverschen und der Württembergischen Bahnen ist die Weite der Spurkranzrille an der Zungenwurzel $= 55^{mm}$, bei den Weichen der Oesterr. Südbahn $= 54^{mm}$. Die Preuss. Ostbahn und die Niederländische Staatsbahn verwenden gekrümmte Zungen und haben die Weite der Rille an beiden Seiten ein und derselben Weiche verschieden normirt, und zwar am Stosse bei der geraden Weichenbacke auf 54 resp. 46^{mm}, dagegen bei der gebogenen auf 57 und resp. 63^{mm}. In ähnlicher Weise findet man auf den Oldenburgischen Bahnen, welche indess gerade Weichenzungen verwenden, bei der in gerader Linie liegenden Backe eine Weite der Spurkranzrille von 55^{mm} und bei der in der Curve liegenden Backe eine solche von 82^{mm}. Bei den neueren Weichen der Köln-Mindener Bahn beträgt die Weite der fraglichen Spurkranzrillen 56 und bezw. 69^{mm}. 52^{mm} kommen vor bei den Weichen der Main-Neckar-Bahn; 53 resp. 62^{mm} bei den Weichen der Ungarischen Bahnen u. s. f.

Breite der Spurkranzrillen zwischen den Zwangschienen der Herzstücke und den Fahrschienen. — In Rücksicht auf die Spurerweiterung ist es zweckmässig, das vorhin bezeichnete Maass nicht direct festzusetzen, sondern eine Norm für den Abstand der Leitkante der Zwangschienen von der gegenüberliegenden Herzstückspitze zu geben. Dieser Abstand wird neuerdings so bemessen, dass ein Anfahren der Herzstückspitze unter allen Umständen vermieden wird. Ermittelt man nun die verschiedenen Werthe, welche die »Spurkranzbreiten« für die verschiedenen lichten Abstände zwischen je zwei Rädern (1357 bis 1363^{mm}) und für die zulässigen Spielräume (10 bis 25^{mm}) annehmen können, so ergiebt sich als ungünstigster Fall der, in welchem neue Räder mit dem Maximalabstand von 1363^{mm} aufgezogen sind. In diesem Falle ist die Spurkranzbreite zu $\frac{1435 - (1363 + 10)}{2} = 31^{mm}$ anzunehmen und somit die Entfernung zwischen Leitkante der Zwangschiene und Herzstückspitze zu $1363 + 31 = 1394^{mm}$.

Dieses Maass ist jetzt in die technischen Vereinbarungen (s. § 64 der Grundzüge) ausdrücklich aufgenommen. Weil jedoch die Zwangschienen einer starken seitlichen Abnutzung unterliegen, so ist eine Verringerung desselben um 3^{mm}, also bis auf 1391^{mm}, wenn eine solche in Folge der Abnutzung eintritt, als zulässig bezeichnet worden.

Aus Vorstehendem ergiebt sich nun die normale Weite der fraglichen Spurkranzrille zu $1435 - 1394 = 41^{mm}$ und die Weite bei abgenutztem Zustande der Zwangschienen zu 44^{mm}.

Es ist nicht ausgeschlossen, im Nebengleise eine Spurerweiterung anschliessend an die Spurerweiterung der Weichencurve anzuordnen und dem entsprechend die Weite der Spurkranzrille daselbst um einige Millimeter zu vergrössern. Besondere Vortheile gewährt indess eine solche Anordnung im Allgemeinen nicht, auch empfehlen die technischen Vereinbarungen ausdrücklich, an der Herzstückspitze die normale Spur einzuhalten. Uebrigens kommt bei der Entscheidung über die im Vorstehenden angeregte Frage auch die Länge der Herzstück-Geraden in Betracht.

Abweichend vom Vorstehenden bestimmt ein Erlass des preussischen Ministers für Handel etc. vom 24. Mai 1874 Folgendes:

1) Der normale Abstand zwischen der Herzstückspitze und der Leitkante der gegenüberliegenden Zwangschiene soll betragen:
im geraden Gleise 1391^{mm},
im gekrümmten Gleise 1394^{mm}.

2) Die Verminderung dieses Abstandes, welche durch das seitliche Anschleifen der Räder gegen den Kopf der Zwangschienen allmählich herbeigeführt wird, darf im geraden Gleise höchstens 2^{mm}, im gekrümmten höchstens 3^{mm} betragen, wonach das zulässige Minimum für jenen Abstand sich ergiebt im geraden Gleise zu 1389^{mm}, im gekrümmten Gleise zu 1391^{mm}.

3) Auch im gekrümmten Gleise muss am Herzstück die normale Spurweite von 1435^{mm} inne gehalten werden, damit beim Fahren gegen die Herzstückspitze das Anprallen der Hinterräder gegen das Knie der Flügelschiene thunlichst vermieden wird.

4) Die Breite der Spurrinne zwischen Zwang- und Fahrschiene resultirt demnach:
im geraden Gleise zu 44 bis höchstens 46^{mm},
im gekrümmten Gleise zu 41 bis höchstens 44^{mm}.

Nachstehend folgen noch einige Notizen über die zur Ausführung gebrachten einschlägigen Maasse: Die Spurkranzrille der Zwangschienen misst bei der Oesterr. Südbahn 41^{mm}, bei der Köln-Mindener Bahn 44^{mm}, bei den Württembergischen Bahnen 52^{mm}, bei den Oldenburgischen Bahnen im Hauptgleise 45^{mm} und im Nebengleise 72^{mm}, bei den Ungarischen Bahnen und bei der Oesterr. Nordwestbahn 45^{mm}.

Breite der Spurkranzrillen zwischen den Spitzen und den Flügelschienen der Herzstücke. — Das Minimum für das genannte Maass ist nach Vorstehendem 41^{mm}. Obwohl man nun Veranlassung hat, die Weite der fraglichen Spurkranzrillen einigermaassen einzuschränken, damit die Entfernung zwischen dem Knie der Flügelschiene und der Herzstückspitze nicht allzulang wird, so geht man doch nicht bis auf jenes Minimum herab, weil bei Annahme desselben ein Anfahren der Flügelschienen unvermeidlich sein würde, man nimmt vielmehr Weiten von 45 bis 50^{mm} an.

Die oben erwähnte Ministerialverfügung schreibt 49^{mm} als Normalmaass vor. — Sonstige Maasse sind folgende:

Die Gruson'schen Hartgussherzstücke haben 46^{mm}, die Rheinische Bahn 43^{mm}, die Braunschweigischen Bahnen 47$^{1}/_{2}{}^{mm}$, die Taunusbahn 42^{mm}, die Köln-Mindener Bahn und die Württembergischen Bahnen 49^{mm}, die Oesterr. Südbahn 50$^{1}/_{2}{}^{mm}$, die Oldenburgischen Bahnen 55^{mm} (Englische Bahnen 38 bis 47$^{1}/_{2}{}^{mm}$ s. E. V. Z. 1863, p. 86). Wegen gründlicher Motivirung des bei der Köln-Mindener Bahn gewählten Maasses von 49^{mm} ist Organ 1871, p. 223 zu vergleichen. Bei den Hannoverschen Bahnen, bei der Main-Weser-Bahn und bei den Badischen Bahnen findet man 48^{mm}, bei der Oesterr. Nordwestbahn 45 bis 53^{mm}, bei den Ungarischen Bahnen 53 bis 57^{mm}.[7])

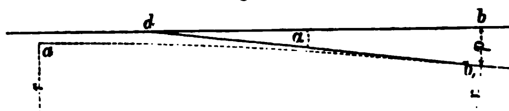
§ 7. Grundriss der Weichenzungen. Länge derselben. Abstand zwischen Zunge und Backe. — Bei der Construction der Einzelnheiten der Ausweichungen pflegt man die Innenkanten der Schienen als Constructionslinien zu benutzen, von demjenigen Schienenstrang des Hauptgleises, welcher das Herzstück nicht trifft, auszugehen und sodann den äusseren Schienenstrang der Weichencurve festzulegen. Der Ausgangspunkt für die Construction der (eigentlichen) Weiche ist der Punkt b_1 der nachstehenden Figuren, welcher an der Schieneninnenkante die Grenze zwischen

---

[7]) Wegen verschiedener im Obigen nicht berührter Einzelnheiten sind zu vergleichen: Organ 1876, p. 48; daselbst 1877, p. 20; Deutsche Bauzeitung 1875, p. 24; Notizbl. des Arch.- u. Ingen.-Ver. für Niederrhein und Westfalen. 1875, p. 59 (an letztgenannter Stelle eine eingehende Besprechung des oben erwähnten Ministerial-Erlasses).

der Zunge und der Weichencurve bildet. Der Abstand bb_1 ist gleich der Weite der Spurkranzrille an der Zungenwurzel (s. d. vorigen Paragraph) plus Schienenkopfbreite. Derselbe ist somit bei 60mm breiten Schienen zu 60 + 60 = 120mm anzunehmen. Wenn man jedoch, wie bei der Köln-Mindener Bahn üblich, die lichte Weite zwischen Backe und Zunge zu 56mm annimmt und die Breite der Schienenköpfe in der Gegend der Wurzel der Zungen durch Bearbeitung der Aussenseiten etwas verringert, so lässt sich jener Abstand ohne Beeinträchtigung der Construction auf 115mm einschränken.

Fig. 9.



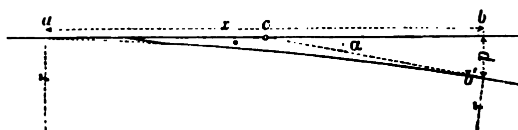
Auf den ersten Blick könnte es nun scheinen, als ob die Länge ab der Weichenzunge (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 10) aus dem Radius der Weichencurve und aus dem gegebenen Maasse $bb_1 = p$ berechnet werden müsste. Die betreffenden Rechnungen, bei denen die bekannte Annäherungsformel $x = \sqrt{2rp}$ verwendet werden kann, ergeben für grössere Radien eine unausführbare Länge der Weichenzunge (über 8m bei 300m Radius), überhaupt aber Zungen von verschiedenen Längen bei verschiedenen Radien. Die Rücksicht auf Einfachheit der Bau- und Unterhaltungsarbeiten fordert aber, dass für alle Weichen, auch bei verschiedenen Radien der Weichencurve, ein und dieselbe Form und Länge der Zungen eingeführt werde und ferner veranlasst die Rücksicht auf die Haltbarkeit der Zungenspitzen Abweichungen von den besprochenen mathematischen Linien.

Es ergeben sich nun drei Auswege in Betreff der Anordnung der Zungen.

1. Man ordnet dieselben nach einer geraden Linie an, welche bei b, die Weichencurve tangirt (s. vorstehenden Holzschnitt Fig. 9).

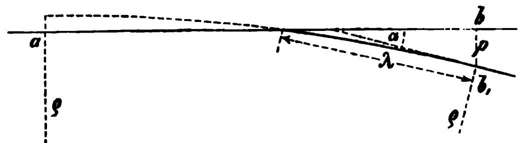
2. Man begrenzt dieselben durch einen Kreisbogen, dessen Tangente am Drehpunkt der Zunge zugleich Tangente an der Weichencurve ist (s. nachstehende Fig. 10).

Fig. 10.



3) Man lässt den Kreisbogen, welcher die Zunge begrenzt, die Innenkante der Weichenbacke schneiden (s. nachstehende Figur 11).

Fig. 11.



In jedem dieser drei Fälle ist der Winkel α, welchen eine an den Punkt b, gelegte Tangente mit der Richtung der Weichenbacke einschliesst, als besonders wichtig zum Voraus zu ermitteln. Man kann denselben den **Zungenwinkel** nennen.

Im ersten Falle erhält man bei 5^m Zungenlänge $tg\,\alpha = \frac{0,120}{5} = 0,024$.

Im zweiten Falle ist die ideale Länge der Weichenzunge, unter Annahme von 180^m Radius für die Krümmung derselben $= \sqrt{2.\ 180.\ 0,120} = 6,57$, wofür in der Ausführung wegen Abstumpfung der äussersten Spitze (s. die Fig. 10) etwa 5^m bis $5^m,5$ einzuführen sein würden. Für die hier beispielsweise gewählten Zahlen erhält man zur Bestimmung der Zungenwinkel (genau genug) $tg\,\alpha = \frac{0,120}{\frac{1}{2}\cdot 6,57} = 0,0366$.

Bezeichnet man im dritten Falle die Länge der Zunge mit λ, den Radius derselben mit ϱ, so ergiebt sich leicht arc $\alpha = \frac{p}{\lambda} + \frac{\lambda}{2\varrho}$. Setzt man hier $p = 0,120^m$, $\lambda = 5^m,0$ und $\varrho = 180^m$, so erhält man arc. $\alpha = 0,0379$, welchen Werth man bei der geringen Grösse des Winkels α auch für $tg\,\alpha$ benutzen kann. — Die fragliche Anordnung der gekrümmten Zungen ist beachtenswerth und beispielsweise bei der Oesterreichischen Südbahn, der Kaiserin-Elisabeth-Bahn, der Köln-Mindener Bahn u. A. eingeführt.

Die Constructionslinie für die zweite Zunge ist stets eine gerade Linie, die übrigen Grundrissbegrenzungen der Zungen richten sich im Wesentlichen nach der Form der Weichenbacken.

Die Weichenbacken sind etwa $0^m,5$ länger zu nehmen, als die Zungen. Die im Vorstehenden für die letzteren angegebenen Maasse sind Mittelwerthe. Eine Abweichung von etwa $0^m,5$ darunter und darüber kommt vielfach vor, in neuerer Zeit haben verschiedene Verwaltungen die Längen der Zungen und Backen sogar namhaft (die Zungen auf $6^m,0$ und selbst $6^m,5$) vergrössert. Es ist fraglich, ob mit einer sehr grossen Länge der Zungen viel gedient ist. Man erachtet im Allgemeinen eine Länge der Zungen von 5^m für genügend. Eine Länge von $5^m,5$ scheint sich auch zu bewähren, von einer noch grösseren Länge sind einige Verwaltungen, welche dieselbe einführten, schon wieder zurückgekommen.

Es fragt sich nun, ob die geraden oder ob die gekrümmten Zungen den Vorzug verdienen. — Die geraden Zungen waren früher die gebräuchlicheren; für sie spricht Einfachheit der Herstellung und der Umstand, dass man ausnahmsweise den Anfang der Weichencurve von der Wurzel der Zunge entfernen kann, auch dürften sie vielleicht haltbarer sein, als die gekrümmten Zungen. Die letzteren haben dagegen die Vortheile einer merklichen Verkürzung der Länge der Ausweichung und einer allmählicheren Ueberleitung der Räder in die gekrümmte Strecke, auch wird bei ihnen die Berührungsfläche zwischen Backe und Zunge in der Regel länger ausfallen, als bei geraden Zungen.

Bei Wahl der einen oder der anderen Construction wird indess auch auf die Grösse des Bahncomplexes, um den es sich handelt, Rücksicht zu nehmen sein. Bei beschränkter Ausdehnung desselben muss der Vortheil der Weichen mit geraden Zungen, dass sie sich als Rechtsweichen und als Linksweichen verwenden lassen, ziemlich hoch angeschlagen werden. Ausgedehntere Bahnanlagen gestatten schon eher die Anwendung einer unsymmetrischen Construction und somit die Einführung verschiedener Formen für verschiedene Fälle. — Im Allgemeinen dürften indess die Vortheile der gekrümmten Zungen überwiegend sein und es werden letztere mehr und mehr eingeführt.

Bei Anwendung einer gekrümmten Zunge ist es nicht unbedingt nothwendig,

dass auch die gegenüberliegende Backe des Hauptgleises gekrümmt sei, es sprechen vielmehr mancherlei Gründe dafür, dieselbe, wie in Fig. 25, Tafel XIX dargestellt ist, gerade zu machen. (Vergl. Organ 1871, p. 176.)

Es kommen auch Zungen vor, welche zum Theil gebogen und zum Theil gerade, und Weichenschienen, die nach verschiedenen Radien gekrümmt sind. Derartige Anordnungen (über welche Winkler: Vorträge über Eisenbahnbau, p. 71 und der 3. Supplementband des Organs, Frage A. 12 zu vergleichen) dürften hervorragende Vortheile im Vergleich mit den besprochenen Hauptformen nicht haben.*)

Die Feststellung des Abstandes zwischen der äussersten Spitze der Zunge und der Backe (des Spielraums für die Zungenspitze) hat in der Weise zu erfolgen, dass die Räder die erstere niemals berühren können. Man wird in dieser Beziehung sicher gehen, wenn man die Weite der Spurkranzrille verdoppelt und somit jenen Abstand $= 0^{m},12$ setzt. (Vergl. auch § 64 der Grundzüge.)

Es muss schliesslich noch bemerkt werden, dass man, bei Anordnung des Grundrisses der Weichenzungen, von vornherein auf die englische Weiche (§ 26) dadurch Rücksicht nehmen kann, dass man auch an der von der Backe abgekehrten Seite eine Abschrägung des unteren Theils der Zungenspitze anordnet (s. Organ. 1871, p. 226).

§ 8. Profilirung der Weichenzungen und der Weichenbacken. — Die Weichenzungen wurden früher aus Schienen gewöhnlichen Profils hergestellt. Es verschwindet dabei, von der Wurzel nach der Spitze zu, an beiden Seiten der Schiene allmählich zuerst ein Theil des Kopfes, schliesslich dieser ganz und an der einen Seite ein Theil des Fusses, so dass die Spitze als ein verlängerter und, wegen des Unterschlagens der Zungen, oben zugeschärfter Schienensteg mit einem halben Fusse erscheint. Der Kopf der Backe bleibt unverändert, vom Fusse derselben wird ein kleiner Theil weggenommen, um der Zunge Platz zu machen. Man vergl. Fig. 2—4 auf Tafel XIX. Die Zunge erhält erst in ca. $0^{m},5$ Entfernung von der Spitze eine Lauffläche, der vordere Theil der Zunge soll nur zum Führen, nicht zum Tragen der Räder dienen.

Diese Formen sind nicht frei von Uebelständen. Wenn ein Rad in die Weiche eintritt, so presst es zunächst nur die Backenschiene nieder, ohne auf die Zunge einen Druck auszuüben, die letztere hat somit bei der keilförmigen Form ihres oberen Theils das Bestreben, sich von der Backe zu entfernen. Ein solches Abdrängen der Zungen von den Backen wird namentlich dann stattfinden, wenn die Schwellenlage, auf welcher die Weiche ruht, nachgiebig ist und wenn die Weichenbacken das ältere, birnförmige Schienenprofil haben. Es ist nicht anzunehmen, dass durch den besprochenen Umstand allein merkliche Nachtheile entstehen könnten. Es sind aber noch mancherlei andere Veranlassungen einer Entfernung der Zungenspitzen von den Backen vorhanden. Einige derselben sind bereits oben (§ 3) namhaft gemacht. Als weiter hierher gehörig, muss hervorgehoben werden, dass die Zungen in ihrer beschriebenen Form wenig Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Inanspruchnahme haben, so dass sich merkliche Bewegungen der Zungenspitzen zeigen, wenn die Vorderräder schwerer Fuhrwerke sich scharf gegen die Stelle legen, an welcher die Zunge einer

*) Bei den Weichen der Oesterr. Südbahn sind die Zungen von ungleicher Länge. Auch die Carl-Ludwigsbahn und die Theissbahn haben ungleich lange Zungen; im Uebrigen kommen dieselben in neuerer Zeit selten vor. Bei dieser Anordnung fallen die Zungen des Nebengleises kürzer aus, als diejenigen des Hauptgleises und lässt dieselbe allerdings sich dadurch motiviren, dass die ersteren, weil sie die Ablenkung der Fuhrwerke besorgen, stärker beansprucht werden, also kräftiger construirt sein müssen, als die letzteren.

seitlichen Unterstützung durch die Backe entbehrt. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass die Mittelachsen sechsrädriger Fuhrwerke, besonders die Mittelachsen mehrfach gekuppelter Locomotiven, das Bestreben haben, die Zungen zur Seite zu schieben, wenn sie in die Weichen eintreten, worüber die ausführliche Mittheilung Zeitschr. f. Bauw. 1861, p. 549 zu vergleichen ist. Diese Umstände können, namentlich beim Zusammentreffen mehrerer, ein merkliches Abschieben der Zungenspitzen von den Backen und hierdurch, selbst bei normaler Bedienung und Unterhaltung der Weichen, Entgleisungen, namentlich der hinteren Achsen sechsrädriger Fuhrwerke zu Wege bringen. Früher kam ein Sechstel sämmtlicher Entgleisungen auf den deutschen Eisenbahnen auf Rechnung eines mangelhaften Anschlusses der Zungenspitzen.

Von der Sicherung der Fahrzeuge gegen die geschilderten Gefahren wird später wiederholt die Rede sein. Hier sind zunächst zwei Maassregeln zu erwähnen: die Anordnung einer Spurerweiterung in der Gegend der Zungenspitzen und die Anwendung von Zungen mit kräftigem Profil.

Eine Spurerweiterung von 5 bis 10^{mm} am Anfang der Weiche ist bei verschiedenen Verwaltungen eingeführt, die Wurzel der Weiche muss im Hauptgleise selbstredend wieder die normale Spurweite aufweisen. Man entfernt durch dieses einfache und kostenlose Mittel die Zungenspitze einigermaassen aus dem Bereich der Räder.

Eine kräftige Form der Zungen wird erreicht, indem man den Schienenfuss derselben etwas höher legt als den Fuss der Backen und ein von der gewöhnlichen Schienenform abweichendes Profil wählt.

Von dergleichen Profilen giebt es eine Auswahl.

In Fig. 1, Tafel XIX ist das ältere glockenförmige Profil (Hut-Profil) der Köln-Mindener Bahn dargestellt, die eine der ersten war, welche die verbesserten Zungen einführten (vergl. Eb. Z. 1855, p. 119).

Aehnlich ist das Weichenzungenprofil der Kreuz-Küstrin-Frankfurter Bahn (s. Zeitschr. f. Bauwesen 1860, p. 399), der Taunus-Bahn (s. Fig. 10 und Fig. 14, Tafel XIX) und anderer Bahnen.

Die Thüringische Bahn hat eine vierseitige Zunge mit oben abgerundeten Kanten (vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1860, p. 399). Aus diesem Profil wird nur soviel weggearbeitet, dass die Spurkränze der Räder gerade Platz finden.

Die Oesterreichische Südbahn hat ein winkelförmiges Profil eingeführt (vergl. die Figuren 5, 7 und 8, Tafel XIX und die Zeichnungen in »Oesterr. Eisenbahnen« von Etzel. Band II, Blatt 7—9). Ein anderes unsymmetrisches Profil ist in Fig. 19, Tafel XIX dargestellt, die Vortheile derartiger Profile sind im Organ 1871, p. 175 und 1872, p. 165 besprochen.

Ueber ein T-förmiges Profil vergleiche man »Die eiserne Eisenbahn von Heusinger von Waldegg« p. 34.

Beachtung dürfte ferner ein Weichenzungenprofil verdienen, welches auf der Tilsit-Insterburger Bahn und auf der Preussischen Ostbahn eingeführt ist und von Winkler (Vorträge über Eisenbahnbau p. 56) empfohlen wird. Dasselbe zeigt die Grundform eines gewöhnlichen Schienenprofils, ist aber von geringerer Höhe als letzteres und, was die Stegbreite und die Fussdicke anbetrifft, kräftiger gestaltet. Angemessene Materialvertheilung, gute Verbindung der Zunge mit der benachbarten Schiene der Weichencurven und ein zweckmässiger Uebergang von dem Profil der Zungenspitzen zum vollen Zungenprofil, unter Einschränkung der nachtheilig wirkenden, schrägliegenden Berührungsflächen zwischen Backe und Zunge, zeichnen die ge-

nannte Construction vortheilhaft aus. Andererseits ist dieselbe aber auch nicht frei von Uebelständen, worüber Zeitschr. d. österr. Ing.-Ver. 1869, p. 178 zu vergleichen.

Weitere Angaben über Weichenzungen-Profile findet man in den Verhandlungen der Münchener Techniker-Versammlung (Referat über die Frage *A*. No. 12), Organ 1870, p. 30, daselbst 1872, p. 163 und 1873, p. 178. An der zuletzt genannten Stelle wird namentlich hervorgehoben, dass eine solide Ausführung der Spitzen nur möglich ist, wenn das Profil der Zungen von vornherein unter Berücksichtigung der Anfertigung der Spitzen entworfen wird, dass die Zungenspitze eine möglichst grosse nutzbare Länge erhalten muss und dass eine Verlegung der Spitze in den Kern der Schiene unzweckmässig ist.

Auch die im J. 1874 abgehaltene Versammlung der Techniker des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat sich eingehend mit dem in Rede stehenden Gegenstande beschäftigt. — Es war folgende Frage gestellt:

»Was für ein Profil der Weichenzungen an der inneren Seite verhütet, beim Befahren gegen die Spitze, am wirksamsten das Auflaufen der Radflantschen bei stark ausgelaufenen Bandagen.«

Diese Frage wurde folgendermaassen beantwortet:

»Nach den Mittheilungen der verschiedenen Verwaltungen sind bei der Bestimmung des Profils der Weichenzungen folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

1) Der obere Theil der Zungenschiene soll dieselbe Abrundung haben, wie die Anschlagschiene und überhaupt in der Kopfform mit derselben möglichst übereinstimmen.

2) Die seitliche Abschrägung der Zunge nach der Spitze zu darf nur gering sein, damit die schiefe Ebene, welche sich bildet, möglichst steil bleibt und kein Auflaufen der Radflantschen stattfinden kann.

3) Die Zungenschiene soll mit ihrer Spitze unter den Kopf der Anschlagschiene treten und in möglichst kurzer Entfernung, jedoch erst von da ab, wo dieselbe die nöthige Tragkraft besitzt, die gleiche Höhe mit der Anschlagschiene erreichen. Dabei ist für möglichst solide Unterstützung der Zunge da, wo dieselbe trägt, zu sorgen.«

Es muss noch bemerkt werden, dass man die Weichenbacken in der Regel vertical stellt und den Zungen eine horizontale Lauffläche giebt. Es sind indess auf der Thüringischen Bahn, der Köln-Mindener Bahn, auf der Niederländischen Staatsbahn und auf vielen französischen Bahnen schräg gestellte Backen eingeführt und dürfte sich diese Anordnung empfehlen. Auch würde es keine namhafte Schwierigkeit haben, die Zungen neuerer Profile mit schrägen Laufflächen zu versehen.

§ 9. Weichenstühle. Verbindung der Weichenschienen unter einander und mit den benachbarten Schienen. — Die Weiche muss sehr genau und fest liegen, die Weichenzungen müssen ein ebenes und zum Schmieren vorgerichtetes Unterlager haben, die Befestigungen der Weichenschienen müssen somit mehr leisten, als die gewöhnlichen Schienenbefestigungen und auch unter besonderer Berücksichtigung einer leichten Auswechselung schadhafter Constructionstheile entworfen werden.

Für untergeordnete Zwecke kann man sich mit kleinen Platten von Schmiedeeisen begnügen, welche auf die Schwellen befestigt werden. Wird ein solches Unterlager in soliderer Weise von Schmiedeeisen oder aus Gusseisen hergestellt, in welch'

letzterem Falle, meistentheils an der Aussenseite der Hauptschiene, ein in die Höhlung derselben reichender Ansatz angebracht wird, so entsteht der »Weichenstuhl«. An den gusseisernen Stühlen wird die Hauptschiene mit einer horizontalen Schraube, der Weichenstuhlschraube, befestigt.

Die Weichenstühle (vergl. Fig. 5 und 6, Tafel XIX) erhalten eine Breite von $0^m,1$ bis $0^m,15$ und sind gewöhnlich für sämmtliche Schwellen bis zur Wurzel der Weiche von derselben Form; man kann ihnen indess behufs besserer Abwässerung der Weiche verschiedene Höhen geben (vergl. § 14). Die Stuhlschrauben zunächst der Weichenspitze sind mit versenkten Köpfen zu versehen, diejenigen in der Nähe der Wurzel der Weiche erhalten hie und da wohl einen kräftigen, bis an die Zungen vorspringenden Kopf zur seitlichen Abstützung der letzteren. Andere Verwaltungen versehen die Backe zu gleichem Zweck wohl mit besonderen, eingeschraubten Ansätzen (Anschlagstiften s. Fig. 18, Tafel XIX). Die Ansichten über den Nutzen dieser Vorkehrungen sind getheilt. Es unterliegt indess wohl keinem Zweifel, dass die Anschlagstifte bei gut profilirten Zungen entbehrlich sind und dass dieselben ihren Zweck nicht immer erfüllen. Die Weichenstühle erhalten für Zungen neueren Profils eine erhöhte Gleitfläche, deren Breite gewöhnlich kleiner ist, als die Breite des Schienenstuhles, und deren Grundrissbegrenzungen schräg gegen die Richtung der Schienen geführt werden können, beides behufs Beförderung der Reinhaltung der Gleitfläche. Zeichnungen schmiedeeiserner Weichenstühle sind in den Figuren 14 und 23 (Tafel XIX) aufgenommen.

Die Weichenstossstühle (Wurzelstühle, Drehpunktstühle) sind kräftiger und namentlich auch breiter (ca. $0^m,17$ bis $0^m,20$ breit) zu construiren, als die Mittelstühle, sie erhalten mindestens zwei Weichenstuhlschrauben, auch wohl einen durch die Stösse der Backe und der Zunge gehenden Bolzen, auf welchen zur Wahrung des Abstandes zwischen beiden eine Hülse geschoben ist. Wenn bei dieser Anordnung Zungen gewöhnlichen Schienenprofils benutzt werden, so kann man zur Verbindung der Backen und Zungen mit den benachbarten Schienen Laschen anwenden, wobei man indess darauf zu sehen hat, dass die Schrauben an der Wurzel der Zunge nicht zu fest angezogen sind. In der Möglichkeit einer wirksamen Verlaschung an der Wurzel der Zungen liegt ein Vorzug des älteren Profils derselben den neueren gegenüber. — Die Laschenverbindung macht einen verticalen Zapfen, wie er beim Drehpunkt der Zungen früher häufig zur Anwendung kam, entbehrlich. Dergleichen Drehzapfen kommen jetzt nur noch vereinzelt vor, so u. A. bei der Taunusbahn (s. Fig. 10 u. 11, Tafel XIX), bei der Köln-Mindener Bahn (Fig. 22) und bei der Oesterreichischen Südbahn (Fig. 9, Tafel XIX). Bei der letztgenannten Construction trägt die Platte, auf welcher das Ende der Zunge befestigt ist, einen im Grundriss runden Ansatz ab, der in ein Loch der grösseren Platte cd eingreift.

Gegen ungleichmässige Verschiebung der Schienenstränge, in der Richtung der Gleise, sichern die erwähnten Anordnungen nicht genügend. Man hat, um den zahlreichen Nachtheilen solcher Verschiebungen möglichst entgegen zu arbeiten, auf eine kräftige Verbindung zwischen der Backe und Zunge Bedacht zu nehmen, was in zweckmässiger Weise durch einen zwischen ihnen liegenden Bügel geschieht. Diese Construction ist durch die Figuren 1 bis 4, Tafel XX dargestellt. Die Solidität der Stossverbindungen der Weichenschienen mit den benachbarten Schienen des Hauptgleises und der Weichencurve wird wesentlich befördert, wenn man den Stoss der Zunge gegen den Stoss der Weichenbacke versetzt. (S. Fig. 20, Tafel XIX und Fig. 2, Tafel XX.)

Die Befestigung der Weichenstühle auf den Schwellen geschieht durch Schrauben oder Nägel. Wenn letztere verwendet werden, so giebt man ihnen einen vollständigen Kopf, hie und da werden auch die Weichenstühle an der unteren Fläche mit Ansätzen versehen, welche in Nuthen der Weichenschwellen eingreifen.

Eine solide Verbindung der einzelnen Weichenschienen unter einander und mit den Schwellen erhält man durch Anwendung von Blechplatten, welche unter je einer Zunge und Backe in angemessener Breite durchlaufen (Zeichnung s. Fig. 20 bis 25, Tafel XIX). Das Aufbauen der Weichenschienen auf einem solchen gemeinsamen Fundament erleichtert die Herstellung der Weiche, sichert gegen das Verlorengehen von Verbindungsstücken u. s. w. und ist für wichtigere Weichen gewiss zu empfehlen. Die Weichenschienen des Hilf'schen Oberbaues sind auf eisernen Langschwellen gelagert, welche im Wesentlichen das bekannte Langschwellenprofil haben. Es ist dies wohl die zweckmässigste Unterstützung, welche bislang ausgeführt wurde.

Die Weichenzungen werden durch Verbindungsstangen an einander gekuppelt, welche man mit Scharnieren versieht, weil beim Verschieben der Zungen der Winkel zwischen ihnen und den Stangen sich ändert. Die letzteren müssen kräftig construirt sein (ca. 35mm Durchmesser), und im Grundriss so angeordnet werden, dass sie das Stopfen der Schwellen nicht hindern. — Bei der neuern Köln-Mindener Weiche hat man die übliche zweite Verbindungsstange beseitigt, »weil dieselbe, falls sie in den Scharnieren genau passt, überhaupt keine Bewegung der Zungen zulässt, andernfalls aber, wenn sie, wie zur Bewegung der Zungen nöthig ist, Luft hat, gar nicht zur Wirkung kommt.« In der Nähe der vordersten Verbindungsstange und am besten dicht bei der Spitze der Weichenzunge, pflegt die Zugstange des Weichenbocks anzugreifen, welche man oft durch ein in der Weichenbacke befindliches Loch hindurchtreten lässt, besser aber unter derselben hinwegführt (s. Fig. 15 und 23, Tafel XIX), weil in den Löchern bei Verschiebungen des Schienengestänges leicht nachtheilige Reibungswiderstände entstehen. Jedenfalls müssen die Löcher geräumig und ein wenig oval gemacht werden. Es ist zweckmässig, die Anordnung so zu treffen, dass man, bei der Ausführung, die Weichenböcke nach Erforderniss an der einen oder der anderen Seite der Gleise aufstellen, also eine Weiche »Bock rechts« in eine solche »Bock links« verwandeln kann. Es sind dem entsprechend beide Backen und Zungen für die Aufnahme der Weichenbockstange vorzurichten. Neuerdings bringt man auch zwischen den Hauptschienen der Weichen behufs Erhaltung der genauen Spurweiten Verbindungen an (Stangen, welche durch Löcher der Weichenzungen hindurchtreten[9]) — Bayrische Ostbahn —, Verbindungen zwischen den Unterlagsplatten — Preuss. Ostbahn —, durchgehende Platten von einem Stossstuhl zum anderen — Taunus-Bahn [vergl. Fig. 10 und 11, Tafel XIX] — etc.).

Von den genannten Verbindungen dürften sich diejenigen zu allgemeiner Einführung empfehlen, welche unter den Schienen angebracht sind, weil bei der Ablenkung der Fuhrwerke, welche in den Weichen stattfindet, die Nagelung allein gegen momentan eintretende und nach Passiren der Fuhrwerke wieder verschwindende, seitliche Verschiebungen der Weichenschienen genügende Sicherheit nicht gewährt.

---

9) Diese Stangen, deren Anordnung aus Fig. 16, Tafel XIX ersichtlich ist, sollen zugleich zur Verhütung des Aufsteigens und Abschiebens der Zunge beim Eintritt der Fuhrwerke in die Weiche dienen. Zu gleichem Zweck verlängert man an den Weichen der französischen Nordbahn die erste Verbindungsstange der Weichenzungen und lässt die Verlängerungen durch Löcher, welche in den Backen angebracht sind, hindurchtreten.

§ 10. Neigungsverhältnisse der Herzstücke. — Von den Neigungsverhältnissen der Herzstücke gilt dasselbe, was oben von der Länge der Weichenzungen gesagt wurde: auf den ersten Blick hat es den Anschein, als folge unmittelbar aus dem Radius der Weichencurve der Neigungswinkel des Herzstücks. Im Verlauf der Besprechung werden wir aber sehen, dass es zweckmässig ist, einige wenige bestimmte Neigungen für die Herzstücke anzunehmen.

Um die ersten Anhaltspunkte für die Neigungen der Herzstücke und zugleich für die Längen der Ausweichungen zu gewinnen, denke man sich die Weichencurve bis zur Herzstückspitze fortgesetzt (s. den ersten Holzschnitt in diesem Capitel). Bezeichnet man nun mit l die Länge ad der Ausweichung und mit $\beta,$ den Winkel, welche eine bei o an der Weichencurve gelegte Tangente mit der Schiene des Hauptgleises einschliesst, endlich mit r den Radius der Weichencurve, so hat man annähernd, aber für den vorliegenden Zweck genau genug:

$$l = \sqrt{2 \cdot 1{,}435 \cdot r} \text{ und}$$

$$\operatorname{tg} \beta, = \frac{1{,}435}{\frac{1}{2} \cdot l}.$$

Hieraus folgt beispielsweise für die nach § 63 der Grundzüge vorzugsweise ins Auge zu fassenden Radien 180^m und 300^m:

$$l_{(180)} = 22{,}7;\ \operatorname{tg} \beta,_{(180)} = \frac{1}{7{,}89} = 0{,}127;\ \beta,_{(180)} = 7^0\,14'$$

ferner:

$$l_{(300)} = 29{,}4;\ \operatorname{tg} \beta,_{(300)} = \frac{1}{10{,}3} = 0{,}097;\ \beta,_{(300)} = 5^0\,32'.$$

Bei der Ausführung fällt indess der Endpunkt der Weichencurve nicht, wie im Vorstehenden vorläufig angenommen wurde, mit der Herzstückspitze zusammen, es ist vielmehr zwischen den genannten Punkten eine gerade Linie (die sog. Herzstück-Gerade) einzuschalten und es folgt hieraus, dass die Herzstückneigungen etwas flacher ausfallen, als vorhin berechnet. Die Anordnung jener geraden Linie ergiebt sich theils aus den Rücksichten auf eine einfache Gestaltung der Herzstücke, theils daraus, dass die Einwirkungen der Zwangschienen auf die Räder weniger nachtheilig sind, wenn denselben eine gerade Linie gegenüber liegt. Da sich aber weder für die Annahme einer ganz bestimmten Länge der Herzstück-Geraden, noch für eine haarscharfe Festlegung der Radien der Weichencurven Gründe angeben lassen, so steht nichts im Wege, die Neigung der Herzstücke nach abgerundeten Zahlen festzusetzen. Hierdurch lassen sich für die Ausführung Vortheile, namentlich Zeitersparniss bei der Berechnung der Gleisanlagen und bei der Absteckung derselben erreichen.

Es ist nicht einerlei, in welcher Weise jene Neigung angegeben wird. Es ergeben sich drei Möglichkeiten: Angabe des Winkels nach Graden, Angabe der trigonometrischen Tangente desselben durch einen Bruch mit dem Zähler 1, Angabe derselben durch einen Decimalbruch. Die erste Art ist die am wenigsten empfehlenswerthe, weil sie keine Bequemlichkeit bei der Absteckung des Winkels der Herzstücke gewährt. Die zweite Art ist namentlich in Deutschland weit verbreitet, man bezeichnet die Herzstücke dem entsprechend als Herzstück 1 : 8, 1 : 10 etc. in ähnlicher Weise, wie man auch die Steigungen der Eisenbahnen bezeichnet. Aber in gleicher Weise, wie bei Angabe der Steigungsverhältnisse die französische Art der Bezeichnung in consequenter Durchführung des Decimalsystems als die empfehlenswerthere anerkannt wird, weil sie die kürzere ist und eine Vereinfachung der Rechnungen gestattet, so dürfte auch bei den Herzstücken die Angabe der Neigungen am besten durch einen Decimalbruch geschehen. Recht gut gestalten sich die Bezeichnungen

bei den Herzstücken tg 0,125 (1 : 8), tg 0,10 (1 : 10) und tg 0,08 (1 : $12^1/_2$), weil bei ihnen die beiden zuletzt besprochenen Bezeichnungsweisen runde Zahlen ergeben. Die Herzstücke sollten durch Stempelung oder in ähnlicher Weise so markirt werden, dass man ihr Neigungsverhältniss auf den ersten Blick erkennen kann.

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass man bei den Herzstücken nicht, wie bei den Weichen, ein und dasselbe Modell für alle Fälle anwenden kann, man sollte aber die Anzahl der Modelle soweit wie irgend möglich einzuschränken suchen und in allen gewöhnlichen Fällen ein und dasselbe Herzstück gebrauchen, dabei etwa noch zwei andere für aussergewöhnliche Fälle und die sogenannten Curvenweichen (s. § 18) annehmen. Eine zweckmässige Neigung für jenes normale Herzstück ist, wie durch zahlreiche Erfahrungen feststeht, 1 : 10. Dieselbe hat den Vortheil, dass sie auch bei Gleiskreuzungen und bei englischen Weichen sich anwenden lässt, obwohl bei letzteren die Neigung 1 : 9 den Vorzug zu verdienen scheint (vergl. § 26). Herzstücke mit der Neigung 1 : 8 oder 1 : 7 ermöglichen eine zweckmässige Ausführung von Curvenweichen mit divergirenden Curven und von dreitheiligen Weichen, während die Neigung 1 : $12^1/_2$ für Endweichen der Bahnhöfe und für Curvenweichen mit convergirenden Curven geeignet erscheint. Es werden sehr selten Fälle vorkommen, in denen eine Abweichung von den bezeichneten Neigungen nicht zu umgehen ist. — Pferdebahnen machen selbstredend eine Ausnahme und gestatten Herzstückwinkel von ca. 12° (s. Fig. 10, Tafel XXI).

§ 11. Herzstücke mit Auflauf und Herzstücke mit überhöhter Hornschiene. — Aus der Weite der Spurkranzrille des Herzstücks und aus dem Neigungsverhältniss derselben ergiebt sich die Länge *mn* (s. Fig. 17, Tafel XX), auf welche die Räder beim Passiren des Herzstücks die gewohnte Art der Unterstützung verlieren. Vergrössert wird diese Strecke noch durch den Umstand, dass man die Herzstückspitze nicht in voller Schärfe ausarbeiten darf. Es ist demnach, wie hier bemerkt werden mag, zu unterscheiden zwischen der mathematischen Spitze des Herzstückes, welche den Rechnungen zu Grunde liegt, und der wirklichen (abgestumpften) Spitze desselben. Man pflegt die erstere durch einen Körnerschlag zu markiren und die Maassangaben auf dieselbe zu beziehen. Weniger zweckmässig ist es, die Lage der wirklichen Spitze vorzuschreiben.

Wenn die Breite der Herzstückspitze da, wo sie zu tragen anfängt, zu 15^{mm} und die Weite der Spurkranzrille zu 50^{mm} angenommen wird, so ergiebt sich die Länge, auf welche das Rad seine gewöhnliche Unterstützung verliert, bei einer Neigung von 0,1 zu 0^m,65. Man kann annehmen, dass diese Länge in runden Zahlen zu 0^m,5 bis 1^m je nach der Herzstückneigung beträgt. In diesem Umstande beruht eine Hauptschwierigkeit der Construction dauerhafter Herzstücke. Während das Rad die Strecke von *m* bis *n* (Fig. 17) passirt, kommen äussere Theile des Radkranzes, welche in Folge der Conicität desselben geringere Durchmesser haben, zum Tragen (vergl. Fig. 7, Tafel XX). Das Rad senkt sich, bei den angegebenen Zahlenwerthen und 1 : 17 Neigung der Radkränze beispielsweise um nahezu 4^{mm} und muss alsbald um dasselbe Maass wieder gehoben werden. Gegen die hierdurch entstehenden Uebelstände wendet man namentlich zwei Mittel an: den Auflauf (Kreuzungsschemel) der Herzstücke und die Erhöhung der Hornschienen, mitunter auch beide zusammen.

Bei Construction der Herzstücke mit Auflauf geht man von der Ansicht aus, dass das besprochene Sinken der Räder verhindert oder doch weniger schädlich gemacht werden könne, wenn man an der in Rede stehenden Stelle der Herzstücke die Tiefe der Spurkranzrille soweit vermindert, dass die Spurkränze der Räder zum Tragen

kommen. Man legt somit in den Zwischenraum zwischen den Hornschienen und der Herzstückspitze eine gabelförmige Platte, deren Oberfläche von den beiden Enden des Herzstücks nach der Spitze desselben allmählich ansteigt und bemisst die Höhenlage des mittleren Theils dieser Platte nach dem Vorsprung der Spurkränze vor der Lauffläche der Räder. Ein Schnitt bei der Herzstückspitze gestaltet sich demnach, wie Fig. 16, Tafel XX zeigt.

Bei dieser Construction bewegen sich indess die beiden, zu einer Achse gehörigen Räder auf Laufkreisen von verschiedenem Durchmesser, es ist somit ein Gleiten des einen Rades unvermeidlich, wodurch sich der Auflauf der Herzstücke rasch abnutzt. Da ausserdem der Vorsprung der Spurkränze veränderlich ist, so versagt ein abgenutzter Auflauf für neue Räder alsbald den Dienst. Auf eine speciellere Besprechung dieser Anordnung glauben wir nicht eingehen zu sollen, zumal dieselbe in der 1865er Techniker-Versammlung ausführlich erörtert ist. Das betreffende Protocoll enthält ein langes Sündenregister der fraglichen Construction und die Versammlung hat beschlossen, dass Herzstücke, welche beim Uebergange der Räder ein Auflaufen der Spurkränze bedingen, nicht zu empfehlen seien. — Es sind indess die Herzstücke mit Auflauf unter Umständen doch nicht ganz zu verwerfen (vergl. Organ 1864, p. 115). Sie würden vielleicht weniger nachtheilige Einwirkungen auf die Räder und Achsen zeigen, wenn man ihnen gegenüber zwischen Zwangschiene und Fahrschiene gleichfalls einen Auflauf einlegte (s. Organ 1852, p. 61).

Das zweite Mittel gegen den oben erwähnten Uebelstand besteht in einer beim Punkte *m* (Fig. 17) beginnenden Erhöhung der Lauffläche der Hornschiene. Das Maass dieser Ueberhöhung berechnet sich aus der Conicität der Radreifen, es wird in runden Zahlen 5 bis 6^{mm} betragen. Diese Anordnung ist rationell und bereits ziemlich allgemein eingeführt. Sie lässt sich sowohl bei gegossenen, wie bei Schienenherzstücken herstellen. Man darf indess nicht etwa denken, dass mit ihr jede Veranlassung zu Stössen beim Passiren der Herzstücke beseitigt wäre. Bekanntlich zeigt die Mehrzahl der im Gebrauch befindlichen Räder nicht die ursprüngliche Conicität. Ein Rad mit stark ausgehöhlter Lauffläche wird aber bei Anwendung überhöhter Hornschienen fast noch kräftiger schlagen, als bei horizontaler Lage derselben. Ein anderer Uebelstand, darin bestehend, dass beim Passiren der Herzstücke die äusseren Kanten der Radkränze, welche bei abgenutzten Rädern eine unregelmässige Form haben, zum Tragen kommen und noch dazu etwas schleifen, wird bei der fraglichen Construction nicht gehoben.

Die Stellungen, welche alte und neue Radreifen beim Passiren des Herzstückes annehmen, sind in den Fig. 7 bis 9, Tafel XX dargestellt. Man pflegt die im Vorstehenden erörterten Dimensionen der Herzstücke nach der Form neuer Radreifen zu bemessen, obwohl die Mehrzahl der passirenden Räder mehr oder weniger ausgelaufen ist. Als Grund dieses Verfahrens wird angegeben, dass es in erster Linie darauf ankommt, bei den Schnellzügen einen möglichst sanften Gang der Wagen zu erzielen, und dass unter den Wagen dieser Züge gewöhnlich Räder mit wenig abgenutzten Reifen laufen.

Die Lauffläche der Schienen wurde bei den älteren Herzstücken horizontal gehalten, bei neueren Constructionen ist in der Regel auf angemessene Neigung derselben Rücksicht genommen.

Es befindet sich nach Obigem bei jedem Herzstück eine Stelle in der Bahn, an welcher Stösse und ein Schleifen der Räder fast unvermeidlich sind; diese Stellen zählen nach Hunderten und Tausenden. Die hiermit verbundenen Nachtheile werden

um so fühlbarer, je grösser die Belastung der Räder wird. Die Herzstücke sind noch immer einer der vergänglichsten Theile des Oberbaues. Das letzte Wort in Betreff ihrer Construction dürfte noch nicht gesprochen sein.

An dieser Stelle ist das in Amerika nicht selten vorkommende elastische Herzstück zu erwähnen. Dasselbe hat eine 300 Kilogr. schwere Grundplatte, auf welcher eine 90 Kilogr. schwere Stahlkappe mit Schrauben befestigt ist. Die Elasticität soll durch eine 3mm dicke Zwischenlage von Holz oder Kautschuk hergestellt werden, welche zwischen der Grundplatte und der Stahlkappe eingeklemmt ist. — Diese Construction beruht jedenfalls auf einem richtigen Princip (vergl. Journ. of the Franklin Institute. 1872. Nov. p. 367).

§ 12. Material der Weichen und Herzstücke. Verschiedene Formen der Herzstücke. — Es ist bereits im VI. Capitel nachgewiesen, dass bei besonders beanspruchten Stellen der Gleise frequenter Bahnen das Material der gewöhnlichen, durch Paquetirung von Eisenstäben hergestellten Schienen, selbst für den Oberbau der freien Bahn, nicht genügt und dass ein wesentlicher Fortschritt durch die Verwendung des Stahls erreicht ist. Vergegenwärtigt man sich nun die überaus starke Inanspruchnahme der Weichenschienen und der einzelnen Theile der Herzstücke, so ist man von vornherein zu dem Schlusse berechtigt, dass für dieselben die Verwendung eines besseren Materiales dringend geboten ist. Es ist schwer zu sagen, welche Theile der Weichen und Herzstücke am meisten zu leiden haben. Die Zungen und Herzstückspitzen zeigen eine erhebliche Reduction der tragenden Flächen, sie sind empfindlichen Stössen ausgesetzt und haben zum Theil auch durch das Anlaufen der Spurkränze zu leiden. Scheinbar sind sie am schlimmsten situirt. Andererseits kommt bei den Backen und Hornschienen der schon berührte Punkt in Betracht, dass die Radreifen mit ihren äusseren Theilen schräg über sie hinweg laufen und dabei schleifen. Diese Umstände bedingen die Verwendung eines guten, obwohl nicht immer desselben Materials für die Backen und Hornschienen einerseits, wie für die Zungen und Herzstückspitzen andererseits und zwar um so mehr, als jede Abnutzung der ersteren bald auch eine Abnutzung der letzteren zur Folge hat. Man hat somit für die fraglichen Constructionstheile namentlich auf die Verwendung geeigneter Stahlsorten Bedacht zu nehmen, für die Herzstücke kann man aber auch den Hartguss als empfehlenswerth bezeichnen. Die Verwendung von Stahl und Hartguss ist auf frequenten Bahnen bereits ziemlich verbreitet.

Bei den Weichen hat man ausser Schienen vom besten Walzeisen (Feinkorneisen), namentlich Puddelstahl, Bessemerstahl und Gussstahl versucht, und zwar entweder für die Zungen allein oder für Backen und Zungen. Die letztgenannte Anordnung dürfte für stark in Anspruch genommene Weichen die empfehlenswerthere sein. Es erscheint indess zulässig, die Anwendung des Gussstahls auf die Weichenzungen zu beschränken und die Weichenbacken aus Puddelstahl herzustellen. Für Weichen, welche nicht so stark in Anspruch genommen werden, genügt es, wenn nur die Zungen aus Puddelstahl oder Bessemerstahl hergestellt werden.

Die Verwendung von Stahl zu den Weichenschienen hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Einen ausführlichen und sehr beachtenswerthen Nachweis über die günstigen Erfahrungen, welche mit stählernen Weichenschienen an der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn gemacht sind, findet man Organ 1866, p. 169.

In Betreff der Herzstücke hat sich die Aufmerksamkeit namentlich auf diejenigen aus Hartguss und aus Gussstahl gerichtet und geben in dieser Beziehung die Beschlüsse der Techniker-Versammlungen folgende Anhaltepunkte:

(Beschluss der Dresdener Versammlung.)

»Herzstücke aus Gussstahl und Hartguss von guter Construction und vorzüglichem Materiale sind zu empfehlen. Für die freie Bahn sind Herzstücke aus Gussstahl vorzuziehen.«

(Beschlüsse der Münchener Versammlung.)

a. Mit den aus einem Stück gegossenen Gussstahlherzstücken sind überall vorzügliche Resultate erzielt, vorausgesetzt, dass das Material ohne Fehler war und die Endzapfen zur Befestigung der Anschlussschienen nicht so schwach construirt waren, dass Querbrüche entstehen konnten.

b. Herzstücke mit Gussstahlspitzen und Leitschienen haben sich ebenfalls gut bewährt, vorausgesetzt, dass die Befestigung auf dem massenhafteren Gusskörper eine durchaus solide war und im Stahl keine Fehler sich fanden.

Die Verwendung der oben genannten Materialien zu Weichenschienen und Herzstücken hat selbstredend auf die Gestaltung der Einzelnheiten derselben Einfluss. Von den Formen der Weichenschienen ist oben (§ 8) bereits die Rede gewesen. Wir haben jetzt einen Blick auf die Constructionsformen der Herzstücke, deren es eine grosse Zahl giebt, zu werfen.

In den Zeichnungen sind folgende Arten von Herzstücken dargestellt:

1. Ein Hartguss-Herzstück nach älterem Modell von Gruson in Buckau bei Magdeburg (s. Fig. 17 und 18, Tafel XX). Beachtenswerth sind die Verbindungen mit den benachbarten Schienen, auf welche wir im nächsten Paragraphen zurückkommen werden.

Nähere Angaben über die Hartguss-Herzstücke findet man u. A. Organ 1864, p. 76. — Auch von Ganz in Ofen und an manchen anderen Orten werden Hartguss-Herze hergestellt [10], jedoch nicht überall mit gleichem Erfolge, weil die Fabrikation mancherlei Schwierigkeiten hat.

2) Ein sogenanntes Schienen-Herzstück (mit Auflauf) von den Württembergischen Bahnen (Fig. 13 bis 16, Tafel XX). Ganz ähnlich sind die Herzstücke, welche auf den von Etzel ausgeführten Bahnen vielfach verwendet sind. Die Hornschienen werden schräg gestellt, was aus der Figur nicht deutlich ersichtlich ist. Die kleine Blechplatte unter den Schienen (s. Fig. 16) dient zur Ueberhöhung der Hornschienen.

Auf der Berlin-Anhalt'schen und auf anderen Bahnen hat man wohl Laschen zur Verstärkung an die am meisten exponirten Stellen der Hornschienen genietet (Organ 1865, p. 250).

3. Ein Herzstück mit Gussstahlspitze von den Orleansbahnen (Fig. 19 bis 21, Tafel XX). Aehnlich construirt sind die Herzstücke mit Spitzen aus Bessemerstahl (die letzteren zum Umlegen eingerichtet), welche auf den Linien der Oesterreichischen Südbahn-Gesellschaft vorkommen. — Verwandt mit der fraglichen Construction sind ferner die Schienen-Herzstücke mit Schaalengussspitze der Taunusbahn (Organ 1867, p. 113).

4. Ein zum Umwenden eingerichtetes, sehr sorgfältig construirtes Herzstück der Köln-Mindener Bahn, wie es für Hauptgleise aus Stahl und für Nebengleise aus Hartguss hergestellt wird (Figg. 5, 6, 10 bis 12, Tafel XX).

---

[10]) Man vergl. Organ 1865, p. 160 und »Officieller Ausstellungs-Katalog, herausgegeben vom K. K. Central-Comité. Verkehrsmittel«, p. 109.

Bei der Mehrzahl der genannten Herzstücke wendet man mit Vortheil eine durchgehende Unterlagsplatte an.

5. Das Profil der Herzstücke der Belgischen Ostbahn (Fig. 22, Tafel XX): Gussunterlage mit Hornschienen und Spitzen von Stahl, beachtenswerth wegen der zweckmässigen Verbindung der einzelnen Theile (s. Organ 1866, p. 229).[11])

6. Ein Herzstück mit Hartgussspitze für das Hartwich'sche Oberbausystem (Fig. 22 bis 25, Tafel XXI).

7. Ein Hartguss-Herzstück der Hamburger Pferdebahn (Fig. 10, Tafel XXI). Dasselbe wird auf einem 14cm hohen Holzklotz befestigt, dessen Begrenzungen im Grundriss mit den Begrenzungen des gegossenen Körpers zusammenfallen.

Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen gestatten nicht, irgend eine der aufgeführten Formen als die am meisten empfehlenswerthe zu bezeichnen, auch wird bei Wahl derselben selbstredend die Frequenz der Gleise zu berücksichtigen sein. Für die ganz aus Hartguss hergestellten Herzstücke spricht mässiger Preis (s. § 31) neben grosser Haltbarkeit; auf der anderen Seite haben die Constructionen, bei denen Hornschienen und Spitzen getrennt sind, den namhaften Vortheil, dass die Theile, welche sehr oft einer ungleichmässigen Abnutzung unterliegen, einzeln ausgewechselt werden können. In Frankreich sind gegossene Herzstücke bis jetzt weniger verbreitet, Couche giebt sogar den zusammengesetzten Arten principiell den Vorzug. Dagegen spricht die Köln-Mindener Bahn sich entschieden für gegossene Herzstücke aus, weil die Erfahrung herausgestellt habe, dass die zusammengesetzten Herzstücke in der Unterhaltung sehr kostspielig seien und weil bei denselben den Spitzen und Hornschienen nicht in gleichem Grade, wie bei gegossenen Herzstücken, eine genaue, den sanften Gang der Fahrzeuge befördernde Form gegeben werden könne.

Der Vergleich des ökonomischen Werthes der verschiedenen Constructionen kann indess zur Zeit als abgeschlossen noch nicht betrachtet werden, hauptsächlich weil die gegossenen Theile je nach der Fabrikationsmethode sehr verschieden ausfallen und weil die Ermittelung der Inanspruchnahme der Herzstücke bei der mannigfach wechselnden Frequenz der Gleise umständlich ist. Als Probe einer gründlich geführten Untersuchung vergleiche man die »Erfahrungen, welche man bei der Sächsisch-östlichen Staatsbahn mit den in einem Stücke gegossenen Gussstahlherzstücken und mit solchen Herzstücken gemacht hat, deren Spitzen aus einzelnen bearbeiteten Gussstahlstücken bestehen« (Organ 1869, p. 51).

Herzstücke mit beweglichen Schenkeln (Hornschienen) sind von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebracht und in England vielfach zur Ausführung gekommen. (Man vergl. Organ 1852, p. 153, daselbst 1863, p. 109 und 257, auch 1872, p. 116, und Winkler's Vorträge über Eisenbahnbau, p. 96.) Es hat etwas Verlockendes, die Herzstücke so anzuordnen, dass die Hornschiene sich an die Herzstückspitze legt, so lange nicht gerade ein Rad den Durchgang zwischen beiden erzwingen muss. Es lässt sich dies durch Anwendung von Federn erreichen, also ohne eine Bedienung der beweglichen Theile des Herzstücks.

Eine allgemeine Einführung derartiger Anordnungen ist schwerlich zu erwarten, weil in den meisten Fällen die Rücksichten auf Einfachheit der Construction und auf Vermeidung beweglicher Theile in den allen Witterungseinflüssen ausgesetzten Organen des Eisenbahnoberbaues allen anderen Rücksichten vorgehen. Für gewisse Fälle jedoch, z. B. bei Ab-

---

[11]) Eine detaillirte und gründliche Besprechung der genannten und mehrerer anderer Arten von Herzstück-Constructionen findet man in der 2ten Lieferung des ersten Bandes von Couche, Voie etc., p. 360 ff., eine Zusammenstellung von Zeichnungen der beachtenswerthesten Formen der Herzstücke daselbst und in Winkler's Vorträgen über Eisenbahnbau. 2 Heft.

zweigung eines selten befahrenen Nebengleises aus einem frequenten Hauptgleise, dürften die Herzstücke mit beweglichen Schenkeln angebracht sein.

Ueber die vorhin erwähnte Construction hat sich die VI. Technikerversammlung (1874) folgendermaassen ausgesprochen:

»Die Anwendung von Kreuzungen mit beweglichen Stücken ist bei den Verwaltungen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen nur eine sehr vereinzelte. Es liegen genügende Erfahrungen noch nicht vor und werden daher weitere Versuche empfohlen.«

§ 13. Länge der Herzstücke und der Zwangschienen. Verbindung derselben mit den benachbarten Schienen. Krümmung der Zwangschienen. Höhe derselben. — Die älteren Herzstücke wurden in der Regel von beschränkter Länge und isolirt hergestellt. Sie zeigten in Folge dessen bei einiger Abnutzung eine grosse Beweglichkeit beim Passiren der Fuhrwerke. Man verlangt deshalb jetzt für alle stärker beanspruchte Stellen Herzstücke, welche eine bedeutende Masse haben und kräftige Verbindung derselben mit den benachbarten Schienen. Ferner ist es wünschenswerth, dass die Stelle, an welcher die Fahrschiene in die Hornschiene übergeht (das Knie der Hornschiene), noch in das Bereich des Herzstücks fällt. Aus diesen Anforderungen lassen sich die mittleren Längen der Herzstücke für die verschiedenen Neigungsverhältnisse ableiten. Einfache Rechnungen ergeben, dass dieselben von etwa 2^m bei der Neigung 1 : 8 bis etwa 3^m bei der Neigung 1 : 14 variiren. Dergleichen mittlere Längen wird man hauptsächlich bei Hartguss-Herzstücken antreffen, bei denen am Ende des Herzstücks ein Abstand der Kanten der Spitze $= 0^m,16$ zur Herstellung einer kräftigen Verbindung genügt. Bei Gussstahlherzstücken wird man die Längen, um Material zu sparen, möglichst reduciren. Bei Schienenherzstücken ist eine etwas grössere Länge erforderlich, weil eine Verlaschung zur Verbindung der Herzstückschienen mit den benachbarten Schienen einen grösseren Zwischenraum erforderlich macht, als die Stossverbindung der Hartgussherzstücke.

Die Schienenherzstücke pflegen 3 bis 4^m lang auszufallen. Es ist zweckmässig, auch bei verschiedenen Neigungswinkeln ein und dasselbe, nach Meter abgerundete Maass zu wählen, soweit sich dies ohne erhebliche Kostenvermehrung thun lässt. Bei Bestimmung der Länge der übrigen Herzstücke sollte die Schieneneintheilung der benachbarten Gleisstrecken nicht unberücksichtigt bleiben, wovon unten (§ 16) weiter die Rede sein wird.

Die Innenkante der Hornschiene muss soweit parallel mit der Herzstückspitze laufen, wie es die Maximalbreite der Radkränze verlangt. Von der Stelle an, woselbst der Radkranz die Hornschiene verlässt, ist ein flacher Bogen anzuordnen, welcher bei einem Abstande von $0^m,1$ von der Herzstückspitze endigt. Dieser Bogen kann aus zwei Mittelpunkten beschrieben werden, um mit einem grösseren Radius zunächst einen Abstand von ca. $0^m,06$ zu gewinnen und sodann mit einem kleineren den Abstand von $0^m,1$. Je schmaler die Spurkranzrille genommen wird, desto sanfter muss die Ausrundung am Ende der Hornschiene, desto grösser also auch die Länge der letzteren sein.

Die Verbindung der Schienenherzstücke mit den benachbarten Schienen giebt zu besondern Bemerkungen keine Veranlassung. Bei den Schienenherzstücken mit massiver Stahlspitze tritt die letztere mit einem Zapfen zwischen die anschliessenden Schienen, wie aus Fig. 19, Tafel XX ersichtlich ist. Es wurde indess in der Figur ein Ansatz des Zapfens, welcher sich unter die Schienenköpfe verkriecht, des kleinen Maassstabes wegen nicht angedeutet. Bei den Herzen aus Hartguss kann man die Enden zu Platten ausbilden, welche die benachbarten Schienen aufnehmen (vergl.

Fig. 17, Tafel XX). Ausserdem sind diese Herzstücke oft mit verjüngten Zapfen versehen, welche zwischen die Schienen treten und mit den an die Aussenseite derselben gelegten Laschen correspondiren. Man findet indess auch die genannte Platte am Ende des Herzstücks zu einem Schienenstuhl ausgebildet. Alsdann gestaltet sich jener Zapfen als ein getrenntes Stück, und wird durch eine horizontale, in der Achse des Herzstücks liegende und mit demselben fest verbundene Schraube in den Zwischenraum zwischen die Schienen hinein gezwängt. Die beste Verbindung zwischen dem Herzstück und den benachbarten Schienen gewährt indess eine sorgfältig ausgeführte Verlaschung (s. Fig. 5, 6 und 12, Tafel XX). Zwischen die bezeichneten Schienen wird alsdann ein Keilklotz von Gusseisen eingelegt. Derselbe erhält längliche Laschenbolzenlöcher, damit durch angemessene Verschiebung die Stellung der Schienen so regulirt werden kann, dass ihre Fahrkanten mit den Kanten des Herzstücks genau in eine Flucht kommen. Um eine genaue Lage zu erreichen sind die Berührungsflächen zwischen Herzstück und Schienen einerseits und Laschen und Keilklotz andererseits zu hobeln.

In ähnlicher Weise, wie die Länge der Herzstücke, wird man auch die Länge der Zwangschienen nach der Schienenlänge normiren, $3^m,5$ ist bei 7^m langen Schienen ein angemessenes Maass. Die Mitten der Zwangschienen müssen der mathematischen Herzstückspitze gegenüber liegen; da es aber wünschenswerth ist, dass die Enden der Zwangschienen auf Schwellen treffen und mit je zwei an der Aussenseite des Schienenfusses angebrachten Nägeln genagelt werden, so wird man nöthigenfalls eine geringe Verschiebung der Zwangschienen nach der Weiche zu vornehmen. Ueber die Entfernung der Zwangschiene von der Fahrschiene ist bereits oben (§ 6) das Nöthige gesagt. Eine sichere Herstellung dieses Abstandes wird durch horizontale Schrauben und (bearbeitete) Gussklötze, welche den Zwischenraum zwischen den Stegen der Fahrschiene und der Zwangschiene füllen, oder durch Stehbolzen (vergl. Fig. 25, Tafel XXI) erreicht. Die zuerst genannte Anordnung dürfte vorzuziehen sein. Früher hat man gewöhnlich drei Gussklötze von gleichen Dimensionen angewendet und die Enden der Zwangschienen ähnlich behandelt, wie die Enden der Hornschienen.[12] Neuerdings pflegt man unter Anwendung von vier Gussklötzen die Einrichtung der Art zu treffen, dass nur die mittleren Gussklötze eine Spurkranzrille von normaler Weite herstellen, während dieselbe bei den beiden äusseren Gussklötzen auf 35 bis 60^{mm} sich erweitert. Aehnlich ist die in Fig. 9, Tafel XXI dargestellte Anordnung. Hierüber ist auch § 64 der Grundzüge zu vergleichen: **»Zwangschienen sind an ihren Enden mit einem möglichst schlanken Einlauf zu construiren.«** Es würde nicht allein unnütz, sondern auch schädlich sein, wollte man den Abstand des Endes der Zwangschiene von der Fahrschiene merklich grösser machen, als $0^m,1$. Zu stark ausgebogene Zwangschienen könnten mit herabhängenden Nothkettenhaken der Wagen, wenn die Ketten, wie es wohl vorkommt, eine ungewöhnliche Länge haben, in Collision kommen (vergl. Organ 1859, p. 182).

Für besonders wichtige Stellen ist eine Verlängerung, namentlich aber eine Erhöhung der Zwangschienen zu empfehlen. Die leitenden Seitenflächen der Zwang-

---

[12]) Das Biegen der Zwangschienen geschieht in einfacher und billiger Weise, wenn man über dem Kopf einer festgelagerten, in verticaler Richtung gekrümmten Schiene am Ende derselben eine zangenartige Vorkehrung anbringt, den Steg der erwärmten, zu biegenden Schiene (platt liegend, in den von der Zange gebildeten Zwischenraum steckt und alsdann die erstere abwärts drückt, wobei ihr Gewicht der Manipulation zu Hülfe kommt.

schienen liegen bei manchen Schienenprofilen so tief unter dem Schienenkopf, dass die Linie, in welcher die Zwangschiene und die innere Ebene der Räder sich berühren, sehr kurz ausfällt. Die Zwangschienen wirken deshalb mit grösserer Sicherheit, wenn man sie um 50^{mm} in die Höhe zieht, was mit starken Unterlagsplatten, durch Verwendung eines höheren Schienenprofils oder durch aufgeschraubte Sättel leicht zu erreichen ist.

§ 14. Schwellenlage der Ausweichungen. — Als Unterlage der Weichen, der Herzstücke und der Schienenstränge zwischen beiden dienten früher in der Regel hölzerne Querschwellen, auf welchen die bezeichneten Theile direct oder mit Hülfe von Stühlen, seltener mit Hülfe von langen und breiten Unterlagsplatten befestigt werden. Die Wichtigkeit der fraglichen Stellen der Bahn und ihre bedeutende Inanspruchnahme bringen es indess mit sich, dass die Querschwellen in gewöhnlicher Qualität für Weichen nicht ausreichen. Die »Weichenschwellen« müssen bei untadelhafter Beschaffenheit stärkere Dimensionen erhalten, als die gewöhnlichen Bahnschwellen (vergl. Fig. 12 und Fig. 25, Tafel XIX) und auch enger gelegt werden als jene. Man verwendet deshalb an den wichtigsten Stellen vollkantiges Holz und im Uebrigen Schwellen mit einer grösseren Platte. Es ist jetzt wohl allgemein gebräuchlich, die Weichenschwellen zwischen Weiche und Herzstück so lang zu nehmen, dass sämmtliche Stränge der Weiche auf ihnen ruhen können. Diese durchgehenden Schwellen erstrecken sich noch über das Herzstück hinaus und zwar in der Weise, dass die längsten etwa $4^{m},5$ lang ausfallen. Auch an der Stelle des Weichenbocks kommt eine längere Schwelle, oder besser deren zwei, zur Verwendung (s. Fig. 7, Tafel XXII).

Zur Erleichterung der Ausführung ermittelt man die Anzahl und die Längen der Weichenschwellen für die verschiedenen Herzstückneigungen zum Voraus und hat dann specielle Ermittelungen nur in Ausnahmefällen zu machen.

Die besondere Inanspruchnahme der Gleise bei den Weichen und bei den Herzstücken liess eine Verstärkung der Schwellenlage an diesen Stellen räthlich erscheinen. Es wurde daselbst auf irgend eine Weise eine Anordnung getroffen, welche die einzelnen Schwellen mit einander in Verbindung setzt. Dergleichen Anordnungen kommen indess bei den Weichen häufiger vor, als bei den Herzstücken, dieselben bestehen in ihrer älteren Form aus Langschwellen, welche man bald über, bald unter den Querschwellen anbrachte. Auf den ersten Blick scheint die zuerst genannte Anordnung (s. Fig. 12, Tafel XIX) die empfehlenswerthere zu sein. Wenn man durch dieselbe zugleich eine sehr wünschenswerthe tiefere Fundamentirung des Gleises erreichen könnte, so wäre die Anordnung gewiss nur zu loben. Es zeigt sich aber, dass die Stellen der Langschwellen, auf denen die Querschwellen ruhen, bald faulen, worauf die Langschwellen nicht mehr in beabsichtigter Weise wirken. In gewisser Hinsicht hindern die unter den Querschwellen liegenden Langschwellen sogar ein gutes Unterstopfen der ersteren. Hiernach würde die Anbringung von Langschwellen über den Querschwellen, mit denen sie durch Schraubbolzen zu verbinden sind, vorzuziehen sein. Es ist aber nicht möglich, in diesem Falle, die genannten Bolzen auf die Dauer wirksam zu erhalten, weil die Köpfe derselben mit den rasch verderbenden, unteren Flächen der Querschwellen in Berührung kommen und ist somit auch die fragliche Anordnung nicht frei von Uebelständen.

Die Oberflächen der Schwellen unter der eigentlichen Weiche und gewöhnlich auch derjenigen unter dem Herzstück liegen um die Dicke der Weichenstühle und resp. der Unterlagsplatten tiefer, als die benachbarten Schwellen und dabei meisten-

theils frei, auch wenn im Uebrigen eine Ueberdeckung der Schwellen üblich ist. Eine wirksame Abwässerung der genannten Stellen ist somit ebenso schwierig, wie dieselbe wichtig ist. Die Ausweichungen müssen deshalb mit dem besten verfügbaren Bettungsmaterial versehen und, wo erforderlich, drainirt werden. Bei weniger gutem Bettungsmaterial ist die Anordnung eines mit den Entwässerungscanälen des Bahnhofs in Verbindung stehenden Abfallschachtes in der Mitte der eigentlichen Weiche angezeigt und kann alsdann ein Längengefälle in der oberen Partie der Schwellenlage der Weiche durch verschiedene Höhe der Weichenstühle hergestellt werden (Construction der Oldenburgischen Bahnen).

Die oben erwähnten Uebelstände haben veranlasst, dass sich, zunächst für die Lagerung der Weichenschienen und sodann für die Unterstützung der ganzen Ausweichung, das Eisen mehr und mehr eingebürgert hat. Auf den Württembergischen Bahnen kamen statt der besprochenen Langschwellen U-Schienen in Aufnahme. Die Niederschlesisch-Märkische Bahn baute die Weiche auf schmiedeeisernen Unterlagsplatten auf (vergl. § 9) und nietete unter dieselben fünf alte Schienen, so dass die Weiche ohne jede Anwendung von Holz hergestellt wurde (s. Referat über die Frage A. Nr. 12 der Münchener Techniker-Versammlung).

In consequenter und empfehlenswerther Weise ist der eiserne Oberbau bei den Weichen des Hilf'schen Systems durchgeführt. Bei denselben ruhen die Weichenschienen, wie oben bereits erwähnt, auf angemessen profilirten Langschwellen. Im Uebrigen kommen bis hinter das Herzstück eiserne Querschwellen zur Verwendung, welche, soweit sie Mittelschwellen sind, der Hauptsache nach das Profil der Hilf'schen Langschwellen, jedoch ohne den Ansatz in der Mitte des Profils, erhalten. Die Kopfschwellen haben indess jenen Ansatz. Zwischen dem Herzstück und den zugehörigen Schwellen befindet sich eine Blechplatte. Es liegt auf der Hand, dass durch Anwendung des eisernen Oberbaues die Betriebssicherheit der Weichen bedeutend erhöht wird. Man sollte deshalb an wichtigen Stellen der Bahnhöfe Weichen, welche auf Holzunterlagen ruhen, nicht mehr zur Ausführung bringen.[13])

Bei Anwendung eiserner Schwellen als Unterlager der Weichen lässt sich die Schrägstellung der Schienen nur durch Hinzufügung keilförmiger Unterlagsplatten erreichen. Man muss deshalb entweder die hierdurch entstehenden Kosten aufwenden, oder die Schienen vertical stellen, was übrigens zu wesentlichen Bedenken keine Veranlassung giebt.

§ 15. Allgemeines über die Weichencurven und die Längen der Ausweichungen. — Die Längen der Ausweichungen werden zweckmässiger Weise vom Anfangspunkte der Weichenbacke bis zur mathematischen Spitze des Herzstücks gemessen. Ausser diesem Maasse, welches im Nachstehenden mit L bezeichnet werden soll, ist noch der Abstand vom Anfang der Weichenbacke bis zum ersten Schienenstoss hinter dem Herzstück von Wichtigkeit.

Bezeichnet man die Spurweite mit s und das Neigungsverhältniss des Herzstücks mit $\frac{1}{n}$, so ist annähernd $L = 2sn$. Für die stumpferen Herzstücke giebt diese Formel ein ziemlich brauchbares Resultat, bei flacher geneigten Herzstücken hat man bis zu 5^m von dem Ergebniss derselben abzuziehen und erhält alsdann Maasse, welche bei der Anfertigung von Bahnhofsskizzen und dergl. immerhin benutzt werden können.

Bei einer genaueren Ermittelung der Länge der Ausweichungen hat man zu beachten, dass als gegeben zu bezeichnen sind:

13) Vergl.: Der eiserne Oberbau. System Hilf (Wiesbaden, Kreidel), p. 47.

1. Die Weiche und namentlich der Winkel α (s. die Holzschnitte Fig. 9 und 10 dieses Capitels, Seite 394), welchen die (gerade) Weichenbacke mit der Weichenzunge einschliesst. Bei gekrümmten Zungen ist unter α der Winkel zu verstehen, welchen eine an die Wurzel der Zunge gelegte Tangente mit der Backe einschliesst. In die Rechnungen wird zweckmässiger Weise die trigonometrische Tangente dieses Winkels eingeführt. Wir setzen $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{m}$.

2. Das Herzstück, und zwar sowohl das Neigungsverhältniss $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{n}$ (siehe nachstehende Fig. 12), wie die Längendimensionen desselben. Es mögen h und h_1 die Stellen bezeichnen, an welchen die Enden des Herzstücks den benachbarten Schienen sich anschliessen.

Weiter sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

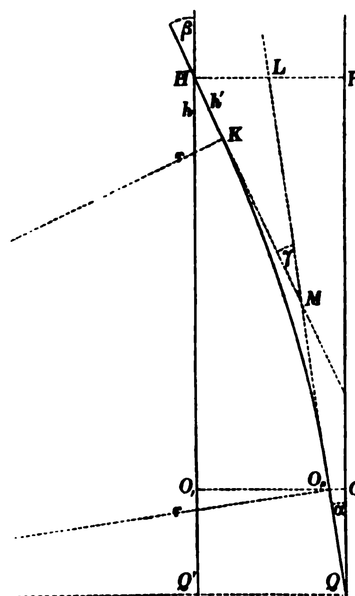


Fig. 12.

3. Die Krümmung der Weichencurve muss innerhalb gewisser Grenzen bleiben;

4. vor der Herzstückspitze muss eine gerade Linie ($H K$) liegen;

5. die Weiche sollte, wenn irgend möglich, aus Schienen von normalen Längen gebaut werden.

Die letztgenannten drei Punkte, welche noch nicht eingehend besprochen sind, erfordern eine nähere Erörterung.

Bei Wahl der Radien der Weichencurven kann man allenfalls bis auf den im § 15 des II. Capitels dieses Bandes ermittelten Minimalradius (150^m) herabgehen, sobald indess die Ausweichungen durch ganze Züge befahren werden, gilt der nachstehende Satz des § 63 der Grundzüge:

»**Ausweichungen, durch welche ganze Züge fahren, sollen mit Radien von mindestens 180^m angelegt werden. Wünschenswerth ist es, die Endweichen der Bahnhöfe mit Radien von etwa 300^m zu construiren.**«

Da jedoch in den Weichen, welche nicht von Zügen befahren werden, die Wagen häufig durch Menschenkraft zu bewegen sind, in welchem Falle durch zu starke Krümmungen Unzuträglichkeiten entstehen, so empfiehlt es sich, den drei Hauptarten der Herzstücke entsprechend, als Mittelwerthe für die Radien der Weichencurven die Maasse

180	240	300^m oder
200	250	300^m anzunehmen.

Wenn sich somit gewisse Mittelwerthe für die Krümmungshalbmesser der Weichencurven angeben lassen, so ist damit nicht gesagt, dass eine genaue Feststellung nothwendig oder zweckmässig sei; wir werden weiter unten sehen, dass die oben aufgeführten Elemente die Constructionslinien der Ausweichungen ohnehin festlegen. Man sollte von einer Normirung der Radien der Weichencurven nach

runden Zahlen principmässig absehen.[14]) Auch ist es keineswegs erforderlich, dass die Weichencurve nach einem Kreisbogen geformt wird, oder dass dieselbe, bei Anwendung gerader Zungen, unter allen Umständen an die Wurzel derselben unmittelbar sich anschliesse.

Aehnlich liegen die Sachen in Betreff der Länge der geraden Linie, welche vor der Spitze des Herzstücks einzulegen ist. Aus den einschlägigen Bemerkungen im § 10 dieses Capitels geht hervor, dass den Herzstückgeraden mindestens die halbe Länge der Zwangschienen (etwa $1^m,5$) gegeben werden sollte. Eine sehr grosse Länge derselben hat keinen besonderen Nutzen. Als in der Regel einzuhaltender Maximalwerth kann etwa $5^m,0$ (halbe Herzstücklänge plus halbe Schienenlänge) bezeichnet werden. Bei der Berechnung der Curvenweichen gewährt es einige Vortheile, wenn man die Länge der Herzstückgeraden gleich der halben Länge der Weichenbacken annimmt. Eine genaue Feststellung des Maasses für die Herzstückgerade würde durch Nichts motivirt sein und ist auch nicht gebräuchlich.

Wir haben somit in den Radien der Weichencurven und in der Länge der Geraden beim Herzstück Elemente, welche noch Spielraum bei Feststellung der Constructionslinien der Ausweichungen gestatten. Die letzteren legen sich aber sofort fest, wenn man die Forderung stellt, dass die Weiche mit Schienen von normaler Länge gebaut werden soll. Sobald die genaue Feststellung der Längen der Ausweichungen in Rücksicht auf eine möglichst ökonomische Verwendung des Schienenmaterials erfolgt, fixiren sich unter Zuziehung der oben sub 1 und 2 aufgeführten Elemente sowohl die Krümmung der Weichencurve, wie die Länge der Herzstückgeraden.

Die fragliche Anordnung verdient Beachtung, dieselbe hat auch in neuerer Zeit mehr und mehr Eingang gefunden. In der technischen Literatur fand man über dieselbe früher nur vereinzelte Andeutungen (so u. A. Zeitschr. f. Bauw. 1859, p. 377), auf der Oldenburg-Bremer Bahn ist sie seit längerer Zeit gebräuchlich und auch in der Instruction der Orleansbahnen über das Legen von Weichen in consequenter Weise durchgeführt. Eine derartige Durchführung wird befördert, wenn die Herzstücklängen sich den Schienenlängen accommodiren, also nach runden Zahlen bemessen werden (vgl. § 13).

Die Vortheile der fraglichen Construction liegen auf der Hand. Indem man das Verhauen der Schienen vermeidet und das Abhauen derselben nur ausnahmsweise eintreten lässt, spart man in den meisten Fällen an Material, ferner an Arbeitslohn für das Hauen der Schienen und das Bohren neuer Laschenschraubenlöcher, man erleichtert die Ausführung durch Einschränkung der Abmessungen, man verringert die Anzahl der schlechten Stellen in den Gleisen, welche oft eine Folge gehauener Schienen

---

[14]) Wenn das früher allgemein gebräuchliche Verfahren der Annahme eines bestimmten Radius der Weichencurve befolgt wird, so legen die Winkel α und β und der Radius der Weichencurve die Länge der Weiche fest. Die betreffenden Berechnungen werden als zu viel Raum beanspruchend hier übergangen. Am Schlusse des Capitels findet man Angaben über Quellen, aus denen dieselben studirt werden können. Vollständig sind diese Berechnungen in Winkler's Vorträgen über Eisenbahnbau durchgeführt.

Man könnte für eine Feststellung der Radien der Weichencurven in runden Zahlen anführen, dass dieselbe für die graphische Darstellung der Weichen wünschenswerth sei. Dieser Einwand ist wenig begründet. Wenn Weichenverbindungen gezeichnet werden, so ist vor allen Dingen auf ein genaues Auftragen der Winkel zu sehen, unter denen die Constructionslinien sich schneiden. Die Ausrundung der Winkel mit Hülfe von Curvenlinealen ist vergleichsweise Nebensache und kann man dazu auch Lineale gebrauchen, durch welche die Krümmungen nur annähernd wiedergegeben werden.

sind, man beschleunigt endlich, was sehr wesentlich ist, die Arbeiten bei Auswechslungen und Umbauten während des Betriebes.

Die Ersparungen, welche sich durch die fragliche Maassregel ermöglichen lassen, werden sich zwar bei der einzelnen Weiche nur auf einige Thaler belaufen, man hat aber hierbei nicht einen einzelnen Fall, sondern das Vorkommen der Weichen nach Tausenden und die häufige Erneuerung der Schienen derselben in viel befahrenen Gleisen zu berücksichtigen.

§ 16. Bestimmung der Länge der Ausweichungen unter Berücksichtigung der Schienenlängen. Ermittelung der Radien der Weichencurven und der Länge der Geraden beim Herzstück. Schieneneintheilung der Ausweichungen. — Nach den Erörterungen des vorhergehenden Paragraphen stellt sich nun die Aufgabe bei Ermittelung der Constructionslinien einer Ausweichung in folgender Weise. Es sind die Winkel α und β, ferner die Länge des Herzstücks Hh (siehe Fig. 12, p. 411) gegeben, die Länge des Gleisstücks zwischen der Weiche und dem Anfang des Herzstücks soll unter Berücksichtigung der Längen der Schienen festgelegt und somit die Länge der Ausweichung bestimmt werden. Der Radius der Weichencurve und die Länge der Geraden beim Herzstück sind innerhalb gewisser Grenzen zu halten.

Wenn das Normalmaass für die Länge der Schienen der Bahnhöfe $= 6^m$ ist, so kann man, wie in § 5 des VIII. Capitels bereits erwähnt ist, auch auf das Vorhandensein von 5^m und 4^m langen Schienen rechnen. Den Lieferanten pflegt gestattet zu werden, kleinere Partien solcher kürzerer Schienen zu liefern. Aus den 6^m und 5^m langen Schienen kann man dergleichen von 3^m und $2^m,5$ Länge ohne Materialverlust herstellen und erhält somit Sortimente von 6^m, 5^m, 4^m, 3^m und $2^m,5$ Länge. Man hat nicht zu fürchten, dass die ohnehin nur ausnahmsweise vorkommende Verwendung der kürzeren Sorten der Weichenconstruction Eintrag thue.

Ausser den genannten Schienensorten pflegen noch die Curvenschienen der freien Bahn (vergl. § 10 des VIII. Capitels) vorhanden zu sein, welche man in voller und in halber Länge verwenden kann. Es empfiehlt sich indess, für die Bahnhöfe noch besondere Curvenschienen anfertigen zu lassen, welche um ein bestimmtes, im Nachstehenden näher zu erörterndes Maass länger oder kürzer sind, als die Normalschiene der Bahnhöfe.

Bei Berechnung der Ausweichungen nimmt man nun auf Grund der obigen Auseinandersetzung über die Länge der Herzstück-Geraden ein bestimmtes Maass für die Projection derselben auf die Richtung des Hauptgleises vorläufig an, welches wir mit g bezeichnen wollen.

Dem Kreisbogen, welcher die Weichencurve bildet, kann man unbedenklich eine Parabel substituiren, welche von den Linien BC und DK (siehe umstehenden Holzschnitt Fig. 13) an den Punkten B und bezw. K tangirt wird. Der Scheitel der Parabel liege bei O, welcher Punkt zugleich Anfangspunkt der Coordinaten ist.

Es sei r der halbe Parameter der Parabel,

s die Spurweite,

ferner $BB_1 = p$.

$AB = a$.

$IK = b$.

$AO = c$.

Alsdann erhält man zur Bestimmung der Unbekannten r, a, b und c aus den gegebenen Grössen g, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{m}$, $\operatorname{tg}\beta = \frac{1}{n}$, p und s die Gleichungen

$$r = \frac{2\left(s - \frac{g}{n} - p\right)}{\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}} \qquad (1)$$

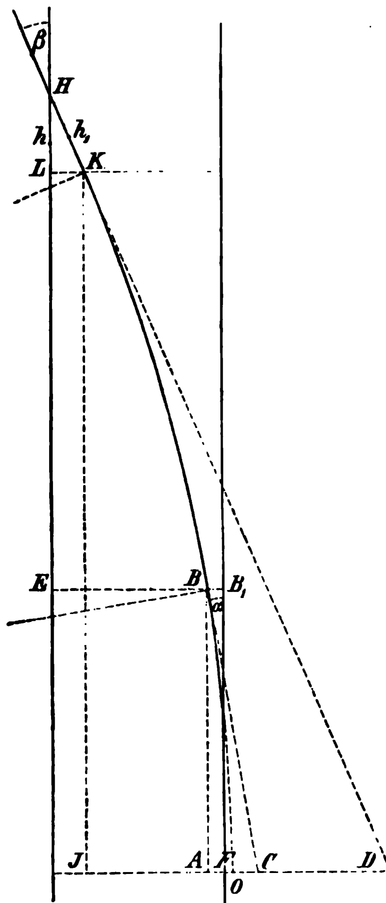
$$a = \frac{1}{m} r \qquad (2)$$

$$b = \frac{1}{n} r \qquad (3)$$

$$c = \frac{1}{2} r \frac{1}{m^2} - p \text{ [15]} \qquad (4)$$

Man berechnet nun die vorstehend bezeichneten Grössen und sodann die Länge der Strecke Eh (s. d. Figur), welche mit gewöhnlichen Schienen herzustellen ist. Das auf diese Weise gefundene Maass wird alsdann (unter Berücksichtigung der normalen Temperaturdistanzen an den Schienenstössen von 4^{mm}) der Art modificirt, dass die Strecke Eh sich durch geeignete Combination der zur Verfügung stehenden Schienensorten mit möglichst wenig Materialverlust bauen lässt. Hierauf werden die Grösse des Parameters der Parabel und die sonstigen Dimensionen der Weiche definitiv festgestellt.

Fig. 13.



Die Längendifferenz zwischen dem geraden Strange EH und dem gekrümmten Strange BHK pflegt bei den gewöhnlichen Weichen 4 bis 5^{cm} zu betragen.

Man kann dieselbe durch Einlegen einer Curvenschiene ausgleichen, wenn man die Bahnhofs-Curvenschienen, von denen oben die Rede war, um so viel länger als die gewöhnlichen Schienen machen lässt, wie jene Längendifferenz bei der Weiche mit Herzstück 1 : 10 beträgt. Bei den übrigen Weichen entstehen dann nur unbedeutende Differenzen zwischen den berechneten und den zur Ausführung zu bringenden Längen, welche sich durch Modification der Spielräume an den Schienenstössen ausgleichen lassen.

Hinter dem Herzstück wird, falls dasselbe nicht ein Schienenherzstück mit ausreichend langen Schenkeln ist, eine Theilschiene eingelegt, deren Länge so bemessen wird, dass der äussere Stoss derselben dem Stosse der benachbarten Schiene des Hauptgleises gegenüber liegt. Das übrig bleibende Stück der getheilten Schiene kann man dann ebenfalls hinter dem Herzstück in das Nebengleis einlegen und auf diese Weise auch dort das Ende der Aus-

[15]) Die Grundzüge der im Obigen benutzten sog. Parabeltheorie der Ausweichungen, insbesondere auch die oben unter 1) angegebene Formel, findet man bereits in einer Abhandlung: »Verbindung der Gleise durch Weichen mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung einer einheit-

weichung fixiren. Hierbei ist zu beachten, dass beim Durchhauen von Schienen 6 bis 8mm von der Länge derselben verloren gehen.

Bei Anordnung der Schienenstösse der Ausweichungen kann man übrigens auch noch anders verfahren, als im Vorstehenden besprochen ist. Man hat indess stets im Auge zu behalten, dass die Weiche mit möglichster Schonung des Schienenmateriales und ausserdem so herzustellen ist, dass in einiger Entfernung hinter dem Herzstück sowohl im Hauptgleise, wie im Nebengleise, zwei gegen die Richtung der genannten Gleise gezogene Normalen je zwei Schienenstösse treffen.

Ueber die sonstigen Anordnungen der Schieneneintheilung ist Folgendes zu bemerken:

Wenn man Curvenschienen anfertigen lässt, welche 4 bis 5cm kürzer sind, als die normale Bahnhofsschiene, so erreicht man den Vortheil, dass man durch Einlegen einiger Curvenschienen die Längendifferenz zwischen dem inneren Strange der Weichencurve und dem geraden Strange leicht ausgleichen kann. Ersterer pflegt 8 bis 10cm kürzer auszufallen, als letzterer. In diesem Falle muss man bei Festlegung der definitiven Dimensionen der Ausweichung von der Länge des gekrümmten Stranges BKH (s. obige Figur) ausgehen.

Die Weichen der Orleansbahnen (vergl. die Fig. 1 bis 3, Tafel XXII) werden der Art gebaut, dass die Stösse des geraden und diejenigen des gekrümmten Stranges versetzt liegen. In das Nebengleis werden demnach zunächst der Weiche zwei Schienen von ungefähr halber normaler Länge eingelegt, wobei die Normalschiene so eingetheilt wird, dass der äussere Strang der Weichencurve ein Stück erhält, welches etwas länger ist, als das in den inneren Strang eingelegte. Ausserdem ist bei der in Rede stehenden Construction beachtenswerth, dass sämmtliche Herzstücke die Länge einer halben Normalschiene haben.

Ein drittes Mittel die Längendifferenz zwischen dem äusseren Strange der Weichencurve und dem benachbarten Strange des Hauptgleises auszugleichen, besteht in der Anwendung unsymmetrischer Herzstücke (vergl. Fig. 9, Taf. XXII). Diese Anordnung lässt sich bei Schienenherzstücken ohne besondere Kosten durchführen, dieselbe bedingt jedoch, dass rechte und linke Herzstücke vorräthig gehalten werden.

Die einfachste der hier in Betracht kommenden Anordnungen ist vielleicht, dass man die mehrfach erwähnten Längendifferenzen und die Schieneneintheilung der Ausweichung schon bei Ablängung der Weichenschienen und bei Auslegung der Stösse der Weichenbacken berücksichtigt, falls anders die letzteren nicht mit den Stössen der Weichenzungen zusammenfallen. Die hierbei zu berücksichtigenden Einzelnheiten sind in der oben (Anm. 15) erwähnten Broschüre von Kopka ausführlich behandelt.

Die Abmessungen der gewöhnlich vorkommenden Ausweichungen nebst Schieneneintheilung, Schwelleneintheilung u. s. w. werden, bevor die Bauten in Angriff genommen sind, ermittelt. Die Resultate dieser Ermittelungen pflegt man in einer besonderen Instruction über die Construction und die Ausführung der Ausweichungen niederzulegen.

§ 17. Sonstige Einzelnheiten in Betreff der Gestaltung und Ausführung der Ausweichungen. — Auch bei den Weichen bürgert sich der schwebende Stoss mehr und mehr ein. Es ist kein Grund vorhanden, denselben im vorliegenden Falle nicht anzuwenden, zumal da er nebenbei auch grössere Freiheit in Betreff der Schieneneintheilung gestattet, als der ruhende Stoss und somit die Schwelleneintheilung erleichtert.

lichen Weiche« (s. Zeitschr. f. Bauw. 1859, p. 375). — Eine weitere Ausbildung hat die fragliche Art der Berechnung durch Professor Pinzger erfahren, siehe dessen Werk über Geometrische Construction der Weichenanlagen (Aachen, Mayer), wozu die Bemerkungen Launhardt's in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. für Hannover. 1873, p. 615 zu vergleichen sind. Unter dem so eben angegebenen Titel hat auch Kopka neuerdings eine Broschüre veröffentlicht, worin eine andere Lage des Scheitels der Parabel angenommen wird, indem er denselben in die Mitte der Weichencurve verlegt.

Die Schienen der Weichencurve müssen vor dem Verlegen sorgfältig gebogen werden. Die Pfeilhöhe der Schienenkrümmung beträgt bei 5^m langen Schienen, je nach dem Radius der Weichencurve, in runden Zahlen 10, 15 und 20^{mm}. Es empfiehlt sich, in den Normalzeichnungen für die Weichen, welche jede grössere Verwaltung herzustellen pflegt, über die Pfeilhöhen, welche den gekrümmten Schienen zu geben sind, einen Vermerk zu machen.

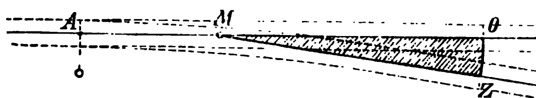
Die Ausführung der Weiche beginnt mit der Auslegung des Herzstücks, des geraden Stranges zwischen Herzstück und Weiche und der Herstellung der letzteren. Dann folgt der gekrümmte Strang zwischen Herzstück und Weiche, welcher mittelst Parallelcoordinaten, besser aber als Parabel abgesteckt wird. Es ist unbedenklich, wenn man hierbei den Scheitel der Parabel in die Mitte der Weichencurve fallen lässt, wenn die Berechnung der Weichencurve sich auch auf eine andere Lage des Scheitels stützt. Eine Ueberhöhung des fraglichen Schienenstranges pflegt nicht angeordnet zu werden (vergl. § 63 der Grundzüge). [16])

Von dem äusseren Strange der Weichencurve aus wird der innere Strang, unter Berücksichtigung der Spurerweiterung, festgelegt. Als Maximum derselben sind nach dem vorhin erwähnten Paragraph der Grundzüge bekanntlich 30^{mm} gestattet. Man pflegt aber selten soweit zu gehen. Bei den Weichen der Nassauischen Bahnen ist beispielsweise die grösste Spurerweiterung, welche in der Mitte der Weichencurve vorhanden ist, 18^{mm}.

Die Anwendung eiserner Schwellen erweist sich auch bei der Ausführung der Weichen als vortheilhaft. Dieselben erhalten die Löcher für die Schienenbefestigung nach genauen Maassen bereits in den Werkstätten. Sobald dann die Schwellen in richtigem Abstande verlegt und die Schienen des geraden Stranges genau eingerichtet sind, entfallen alle Messungen zum Zweck der Herstellung der Weichencurve. —

Die im Vorstehenden besprochenen Ausweichungen, bei denen das Hauptgleis gerade und nur das Nebengleis gekrümmt ist, kann man **normale** Weichen nennen. Für die Zwecke der Projectirung der Bahnhofsanlagen empfiehlt es sich bei jeder normalen Weiche die Lage des **Weichenmittelpunktes** d. h. des Punktes M

Fig. 14.



(s. Fig. 14) zu bestimmen, woselbst die Mittellinie des Hauptgleises von der verlängerten Mittellinie des Nebengleises geschnitten wird. Die betreffenden Rechnungen sind einfach. Ferner sind zu ermitteln: der Abstand AM des Weichenmittelpunktes vom Anfangspunkte der Construction d. h. von dem äussersten Stoss der Weichenbacke, ferner die Länge MO (Abstand des Weichenmittelpunktes von dem im Hauptgleise hinter dem Herzstück liegenden Schienenstoss) und die Länge MZ (Abstand desselben von dem im Nebengleise hinter dem Herzstück liegenden Schienenstoss). Fügt man dann der vorstehenden Figur noch eine Angabe über das Neigungsverhältniss des Herzstücks hinzu, so hat man ein vollständiges Gerippe der Weichenanlage, um welches sich die Schienenstränge jederzeit leicht zeichnen lassen.

---

16) Es wird indess für die Endweichen der Bahnhöfe in der Zeitschrift des Bayrischen Architecten- und Ingenieur-Vereins (1870, p. 76) die Anwendung der Ueberhöhung empfohlen.

Bei der Darstellung der Weichenanlagen in kleinerem Maassstabe (1 : 1000 oder 1 : 2000) pflegt man, wie vorstehend angegeben, die Mittellinien der Gleise zu zeichnen und den Bereich der Ausweichung durch zwischen den zusammenlaufenden Linien angebrachte Schraffage zu markiren (s. obigen Holzschnitt und Fig. 14, Taf. XXII, woselbst in den stumpfen Winkel eine Curve eingezeichnet ist, welche man nach Belieben fortlassen kann). Bei einem Maassstabe von 1 : 500 und darüber zeichnet man gewöhnlich beide Schienen der Gleise. In beiden Fällen werden die Anfangspunkte der Weichen durch ein Symbol (wie z. B. in Fig. 14 und 20, Tafel XXII) ausgezeichnet. Es ist üblich, dieses Zeichen, welches die Signalscheiben der Weichenböcke repräsentirt, an die dem Stosse der Weichenbacken entsprechende Stelle zu setzen. Bei Zeichnungen in grossem Maassstabe (etwa 1 : 250) sind Längendimensionen und Schieneneintheilung einzutragen, bei sämmtlichen Weichenzeichnungen vor allem anderen die Herzstückneigungen.

§ 18. Curvenweichen. — Wenn eine Ausweichung in ein gekrümmtes Hauptgleis eingelegt wird, so pflegt man ihr den Namen »Curvenweiche« zu geben. Es ist dies, nebenbei bemerkt, einer der nicht seltenen Fälle, in denen man der Kürze wegen »Weiche« statt »Ausweichung« sagt. Wenn von den Curven des Hauptgleises und des Nebengleises die eine concav und die andere convex ist, so kann man die Curvenweiche allenfalls eine solche mit divergirenden Curven nennen, sind dagegen jene Curven beide concav oder beide convex, so kann man die Bezeichnung »Weiche mit convergirenden Curven« gebrauchen.

Sobald bei einer Weiche mit divergirenden Curven die Krümmungshalbmesser des Hauptgleises und des Nebengleises einander gleich sind, nennt man die Weiche eine symmetrische.

Unter den verschiedenen Arten von Curvenweichen ist die symmetrische Weiche (vergl. Fig. 8, Taf. XXII) die wichtigste. Sie findet namentlich als Endweiche der Bahnhöfe eingleisiger Bahnen und in Weichenstrassen (vergl. § 25) Anwendung[17]. Es empfiehlt sich die Dimensionen der symmetrischen Weichen für die verschiedenen Herzstückneigungen zum Voraus zu berechnen und dieselben in die Instructionen über die Herstellung der Ausweichungen aufzunehmen.

Die fraglichen Berechnungen gestalten sich namentlich unter Anwendung der sog. Parabeltheorie ziemlich einfach. Bezeichnet man (wie oben) den Zungenwinkel mit α und den Herzstückwinkel mit β, so wird der Winkel β durch eine zur ursprünglichen Richtung AJ des Hauptgleises (s. Fig. 8, Taf. XXII) durch die Herzstückspitze gezogene Parallele HK in zwei Theile ε und δ der Art getheilt, dass $\varepsilon + \delta = \beta$ und $\varepsilon - \delta = \alpha$ ist. Nachdem hieraus die Grössen der Winkel ε und δ ermittelt sind, wendet man die Gleichung 1) p. 414 mit angemessener Modification sowohl für den einen, wie für den anderen der in H zusammenlaufenden Schienenstränge an und erhält hierdurch zunächst eine Gleichung für den Abstand HJ und sodann den Radius der Curven und die sonstigen Dimensionen der Weiche.

Die symmetrische Weiche fällt etwas kürzer aus, als die normale Weiche mit gleichem Herzstück, sie ist zugleich unter allen zur Anwendung geeigneten Weichen, welche mit einem gegebenen Herzstück construirt sind, die kürzeste. Dagegen fallen die Weichen mit convergirenden Curven etwas länger aus, als die normalen Weichen mit gleichem Herzstück. Es ist indess zu beachten, dass die fraglichen Längendifferenzen nicht bedeutend sind oder mit anderen Worten, dass bei Anwendung ein und desselben Herzstücks die Weichenlängen nahezu unabhängig von der Grösse der Radien des Hauptgleises sind.

---

[17]) Man vergl. u. A. Organ 1859, p. 193 u. 195, sowie Zeitschr. des bayr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, p. 76.

Einen Nachweis für diesen Satz kann man in verschiedener Weise liefern, so zum Beispiel aus der Formel 5 (s. § 19), jedoch auch in nachstehender Weise:

Bei Anordnung einer Curvenweiche kommt zu den bereits erörterten Elementen der Weichenconstruction noch der Krümmungshalbmesser des Hauptgleises hinzu, den wir im Nachstehenden mit R bezeichnen wollen. Wie Fig. 15 zeigt, soll darunter der Krümmungshalbmesser des concaven Stranges verstanden werden. Dieser Radius ist merklich verschieden von dem Radius der Bahnachse. Die Weichenbacken und die Weichenzungen, welche in gerader Bahn gebraucht werden, müssen auch in gekrümmten Hauptgleisen zur Verwendung kommen, die Linie QH ist somit gerade. Nicht minder muss im Hauptgleise auch vor dem Herzstück eine gerade Linie DE von angemessener Länge liegen.

Die Ermittelung des Radius R hat keine Schwierigkeit. Derselbe ist aus dem Radius R, (s. Figur 15) und der Länge der geraden Linien, welche nach Vorstehendem in das Hauptgleis eingeschaltet werden müssen, leicht abzuleiten. Der Winkel (δ) EAH ist gleich dem Winkel DA,Q.

Fig. 15.

In der obigen Figur bezeichne:

B die Wurzel der Weichenzunge,
D die mathematische Spitze des Herzstücks,
$HA = AE$ sei der (reducirte) Radius R des concaven Stranges des Hauptgleises,
C der Winkelpunkt der Weichencurve,
ED sei gegeben $= m$ Meter,
GD gleichfalls $= n$ Meter,
die Tangenten der Winkel α und β sind bekannt,
endlich ist $BH =$ Spurweite minus Abstand zwischen den Innenkanten der Zunge und Backe an der Wurzel der ersteren.

Man sieht leicht, dass aus den gegebenen Grössen die unbekannten Tangenten der Weichencurve $BC = CG$ sich bestimmen lassen, denn in dem Viereck $ABCD$ sind zwei Seiten AB und AD, sowie zwei Winkel CBA und CDA bekannt, der Punkt C ist somit festgelegt.

Man hat:

$$AB = R + 1{,}435 - BB,$$

$$AD = \sqrt{R^2 + m^2} \text{ oder genau genug } = R + \frac{m^2}{2 \cdot R}.$$

$$\sphericalangle ABC = \text{compl. } \alpha$$

$$\sphericalangle ADC = 90^\circ + \beta - \frac{m}{R} \cdot \frac{180}{\pi}$$

endlich $CD = BC + n$.

Aus den Dreiecken ABC und ACD erhält man:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos ABC$$
$$AC^2 = AD^2 + CD^2 - 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos ADC$$

und somit

$$0 = AB^2 - AD^2 + BC^2 - CD^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos ABC + 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos ADC.$$

In diese Gleichung sind die gegebenen Werthe zu substituiren, behufs Ermittelung eines Ausdrucks für die Unbekannte BC.

Eine allgemeine Auflösung der Gleichung würde auf zu schwerfällige Formeln führen und empfiehlt es sich deshalb, sogleich bestimmte Zahlenwerthe einzusetzen.

Es sei beispielsweise:

$$\text{tg}\,\alpha = 0{,}023,$$
$$BB. = 0{,}119^{\text{m}},$$
$$\text{tg}\,\beta = 1 : 12 = 0{,}083,$$
$$m = 4 \text{ und } n = 3,$$

so erhält man nach gehöriger Reduction

$$BC = \frac{2{,}136 \cdot R + 0{,}74 - \frac{3{,}984}{R} + \frac{192}{R^2}}{0{,}212 \cdot R - 1{,}939 + \frac{1{,}328}{R} - \frac{64}{R^2}}$$

oder nach Beseitigung aller Glieder, welche auf das Resultat keinen merklichen Einfluss haben,

$$BC = \frac{2{,}136 \cdot R}{0{,}212 \cdot R - 1{,}94}.$$

Es kann aber R keinenfalls kleiner werden, als 180^{m}, man erhält somit für $R = \infty$ und $R = 180$ die Grenzwerthe $BC = 10{,}1$ und $10{,}7$.

Hieraus geht allerdings zunächst nur hervor, dass unter den vorstehend gemachten Annahmen bei einem Herzstück 1 : 12 die Längen der Curvenweichen, bei denen beide Curven nach derselben Seite sich wenden, nur um ca. $2 \times 0{,}6 = 1^{\text{m}}{,}2$ von der correspondirenden Länge der Ausweichungen im geraden Gleise differiren. Da aber die Zahlenwerthe für die Elemente der Construction nur innerhalb ziemlich enger Grenzen variiren, so kann man immerhin aus dem angeführten Beispiel auf den oben aufgestellten Satz schliessen. Dass die Weichenlänge annähernd vom Radius des Hauptgleises unabhängig und umgekehrt proportional dem Kreuzungsverhältnisse ist, findet man allgemein bewiesen in Winkler's Vorträgen über Eisenbahnbau, 2. Heft.

§ 19. Curvenweichen (Fortsetzung). Ermittelung der Radien der Weichencurven, wenn die Länge der Ausweichung und die Krümmung des Hauptgleises gegeben sind. — Die im vorstehenden Paragraphen besprochene Eigenschaft der Curvenweichen gestattet nun, in den häufiger vorkommenden Fällen der Anwendung eines normalen Herzstücks, eine sehr einfache Behandlung derselben.

Da die Länge der Curvenweiche von der Länge der correspondirenden Ausweichung im geraden Gleise (der Länge der Normalweiche) sich nicht weit entfernen kann und da ferner, in Rücksicht auf zweckmässige Schieneneintheilung, die Vergrösserung der Weichenlänge sprungweise von $0^{\text{m}}{,}5$ zu $0^{\text{m}}{,}5$, zu geschehen hat, so bleiben noch zwei Fragen zu beantworten:

1. Bei welcher Krümmung des Hauptgleises kann die Normalweiche in unveränderter Lage beibehalten werden?
2. In welchen Fällen ist eine Ausweichung zulässig, deren Erstreckung $0^m,5$ (oder 1^m u. s. w.) länger oder kürzer ist, als die Normalweiche?

Die in Fig. 2, Taf. XXII dargestellte Ausweichung ist beispielsweise bei den Orleansbahnen die Normalweiche, Herzstück 0,10 für gerade Bahn, sie ist aber auch brauchbar als Curvenweiche mit divergirenden Curven, so lange das Hauptgleis 500^m Radius und darüber hat. Die Curvenweiche Fig. 1, welche $24^m,205$ lang, also $0^m,5$ kürzer ist, als die Normalweiche, wird bei Yförmiger Gleislage verwendet, wenn das Hauptgleis 300 bis 400^m Radius hat. In einem dritten Falle (Fig. 3) erhält die Ausweichung mit Herzstück 1 : 10 eine Länge von 25,205 (also $0^m,5$ mehr als die Normalweiche). Sie kann in dieser Form im geraden Gleise verwendet werden, ist aber hauptsächlich für den Fall bestimmt, wenn Hauptgleis und Weichencurve nach derselben Seite sich wenden. Sie ist dann ausführbar, wenn R grösser ist, als 500^m, für ganze Züge aber nur anwendbar, wenn $R > 1000^m$.

Bei Ermittelung des Radius der Weichencurve aus dem Radius des Hauptgleises und der Länge der Weiche kann man die Annäherungsformel

$$r = \frac{2\,(s - g \operatorname{tg} \beta - p)\, R_{,}^2 \pm R_{,}\, l\,(l - 2g)}{(\operatorname{tg}^2 \beta - \operatorname{tg}^2 \alpha)\, R_{,}^2 \pm 2 \operatorname{tg} \beta\, l R_{,} + l^2} \tag{5}$$

benutzen, in welcher das obere Vorzeichen für Weichen mit convergirenden Curven und das untere Vorzeichen für Weichen mit divergirenden Curven gilt.

Die Bedeutung der in dieser Formel vorkommenden Buchstaben r, $R_{,}$; α, β und $p = BB_{,}$ geht aus Fig. 15, p. 418 hervor,

s bezeichnet die Spurweite,

l bezeichnet den Abstand von der Mitte der Weichenbacke bis zur Herzstückspitze, in der Curve des Hauptgleises gemessen,

g ist die Länge der Herzstück-Geraden oder, genau genommen, die Länge der Projection der Herzstück-Geraden auf die Richtung der Linie QH (s. Fig. 15). Bei Ableitung der Formel (welche wir gelegentlich an einer anderen Stelle zu geben gedenken) ist angenommen, dass g gleich der halben Länge der Weichenbacke sei.

Durch Anwendung der obigen Formel lassen sich nun leicht Normalien für die Curvenweichen in oben angedeuteter Weise aufstellen, welche eine namhafte Erleichterung bei der Ausarbeitung der Bahnhofspläne und bei der Ausführung der Curvenweichen gewähren. Die so construirten Weichen haben vermöge ihrer Entstehung sofort eine angemessene Schieneneintheilung.

Die Fälle, in denen man mit den im Vorstehenden besprochenen Curvenweichen, d. h. mit solchen, welche Herzstücke von normalen Neigungsverhältnissen haben, nicht auskommen kann, sind selten. In diesen Ausnahmefällen hat man die Formeln zur Weichenberechnung zu benutzen, welche in den Monographien über die geometrische Construction der Ausweichungen (s. die Literatur-Notizen am Schlusse dieses Capitels) abgeleitet sind.

Bei der Ausführung der Curvenweichen darf im Hauptgleise weder bei der Weiche noch beim Herzstück eine Spurerweiterung angeordnet werden. Man kann indess dem zwischen ihnen liegenden Gleisstück, in der Mitte zwischen Herzstück und Weiche, die volle Spurerweiterung geben, wenn man dieselbe nach beiden Seiten hin allmählich verschwinden lässt.

§ 20. Weichenböcke (Stellvorrichtungen). — Die Weichenböcke, deren Zweck und Hauptarten bereits im § 4 erörtert sind, werden hinsichtlich ihrer Einzelnheiten in sehr verschiedener Weise ausgeführt. Wir übergehen die älteren, aber

noch hie und da gebräuchlichen Constructionen mit excentrischen Scheiben, (von welchen die für die Weiche früher wohl benutzte Bezeichnung »Excentrik« herstammt) — mit Gewichten, welche in kleinen Schachten hängen, — mit Armen, die um eine verticale Achse (mit oder ohne Teller) drehbar sind etc. Man findet viele derselben abgebildet in Perdonnet's Portefeuille, den Bock mit verticaler Achse des Gegengewichthebels und Teller auch in Zeitschr. f. Bauw. 1855, p. 459, den Bock mit verticaler Achse ohne Teller in Fig. 37 und 38, Tafel XX. Die zuletzt genannten Constructionen sind zwar bequem zu handhaben, dieselben dürften jedoch einen kräftigen und sicheren Schluss der Weichenzungen nicht in gleicher Weise befördern, wie die nachstehend zu besprechenden Anordnungen.

Die Weichenböcke sind oft zwischen den Gleisen, also an Plätzen mit beschränktem Raum aufzustellen. Es müssen somit starke Ausladungen der vorspringenden Theile vermieden werden. Sofern man also, wie meistens gebräuchlich, das Gegengewicht an einem Arm des Weichenhebels befestigt, verdient ein kurzer Arm mit schwerem Gewicht den Vorzug vor einem längeren Arm mit leichtem Gewicht. Wohl die einfachste und deshalb empfehlenswertheste Anordnung eines Bocks mit festem Gegengewicht erhält man, wenn der Weichenhebel mit einer bogenförmigen Ausschweifung versehen wird, an deren Scheitel das Gegengewicht sich befindet. Dergleichen Böcke sind u. A. in Württemberg gebräuchlich (Zeichnung s. Fig. 34 und 35, Tafel XX).

Mannigfaltig sind die Formen, welche bei Weichenböcken mit verstellbarem Gegengewicht vorkommen. — Die gebräuchlichste Anordnung entwickelt sich aus der oben (§ 4) erwähnten Form des Weichenbocks mit festem Gegengewicht. Man gab dem Arm, welcher das Gegengewicht trägt, eine horizontale Achse. Dabei musste aber für eine Unterstützung jenes Armes gesorgt werden, welche dadurch zu Stande kam, dass man den Weichenhebel mit Flügeln von verdoppeltem Eisenblech versah, zwischen denen die Gegengewichtsstange sich bewegt. Kleine Bolzen, am äussersten Ende der Flügel angebracht, halten die Stange in ihrer jedesmaligen Lage. Wenn die Weiche verstellt werden soll, so hebt der Wärter an einem Griff das Gegengewicht nebst der Stange desselben und legt es auf die andere Seite des Bocks. Das Gegengewicht wird somit »umgelegt«. Diese Construction kann man dadurch vereinfachen, dass man den Hebel des Weichenbocks beseitigt, und entsteht dann die Anordnung der Oesterreichischen Südbahn (Fig. 30 und 31, Tafel XX) und die auf den Belgischen Eisenbahnen eingeführte Anordnung, welche im Organ 1869, p. 120 beschrieben ist.

Auf einem anderen einfachen Wege gelangt man zum Ziele, wenn man den Arm des Gegengewichts an seinem Drehpunkte mit zwei Nasen versieht, von denen die eine über, die andere unter dem Drehpunkte sich befindet. Fast am Weichenhebel ist ein kleiner Bolzen, gegen welchen die untere Nase sich stützt. Wird das Gegengewicht umgelegt, so wird diejenige Nase die untere, welche vorher die obere war. Man spart hierbei die vorhin besprochenen Flügel. Diese Construction findet sich abgebildet in Fig. 36, Tafel XX. Sie ist in Baden eingeführt und auch in Württemberg adoptirt. Es muss bemerkt werden, dass eine kleine Platte, welche dem Stützpunkt der Nasen des verstellbaren Armes einen Halt giebt, indem sie denselben mit den Achsen d und d' in Verbindung setzt, in der Zeichnung nicht dargestellt wurde, um die Form jenes verstellbaren Armes deutlicher zu zeigen.

Man pflegt bei den Weichenböcken mit verstellbarem Gegengewicht in der Regel Vorkehrungen zu treffen, um den Arm des Gegengewichts nach Bedarf festzustellen, wodurch der Bock in einen solchen mit festem Gegengewicht verwandelt wird.

Eine derartige Feststellung des Gegengewichts dürfte für die Weichen der Hauptgleise zu empfehlen sein, die Mehrzahl der Weichen ist aber mit verstellbaren Gegengewichten auszurüsten (vergl. § 64 der Grundzüge). Es giebt indess viele Verwaltungen, welche alle Weichen mit beweglichen Gegengewichten versehen.

Die Mehrzahl der Weichenböcke ist so construirt, dass das Gegengewicht von jedem Rade der Eisenbahnfuhrwerke von Neuem gehoben wird, wenn man die Weiche »auffährt«. Hierbei entsteht unvermeidlicher Weise ein Klappen und Zittern der Zungen, der Verbindungsstangen und der beweglichen Theile des Weichenbocks, was nicht ohne Nachtheil sein kann. Dieser Uebelstand ist in sinnreicher Weise bei Bender's Ausweichständer vermieden, dessen detaillirte Beschreibung nebst Zeichnungen man Organ 1853, p. 161 und Heusinger von Waldegg, Die eiserne Eisenbahn, p. 38 findet. Auf die Einzelnheiten dieser Construction können wir hier nicht eingehen. Sie hat ausser den genannten noch die Vortheile einer geringen Versperrung des Raumes zwischen den Gleisen und eines kräftigen Anschlusses an die Backen. Dagegen ist die Bewegung durch den Wärter wohl etwas mühsam. Derselbe Zweck, nämlich das Hinüberspringen der Weiche von einer Stellung in die andere, wenn dieselbe aufgefahren wird, lässt sich in einfacherer Weise durch die Construction erreichen, welche u. A. auf der Preuss. Ostbahn eingeführt und in Fig. 39 und 40, Tafel XX. dargestellt ist. Als Vortheile derselben werden namhaft gemacht, dass beim Rangiren, wobei oft Vor- und Rückwärtsbewegungen gemacht werden, niemals Wagen auf verschiedene Gleise gerathen und entgleisen können und dass die vollständige Umstellung der Weiche vom Weichensteller leicht bemerkt wird und derselbe gezwungen ist, dieselbe richtig zu stellen, resp. zu reguliren.

Man hat indess, seitens der Verwaltung der Preussischen Ostbahn, die Anbringung von Signalvorrichtungen bei diesen Weichenböcken als Bedingung hingestellt und dadurch den Apparat ziemlich complicirt gemacht. Ob die Böcke, welche in der beschriebenen Weise wirken, überwiegende Vortheile im Vergleich mit den gebräuchlicheren Apparaten haben, bei denen das Gegengewicht mit der Hand umgelegt wird, muss zur Zeit noch als unentschieden betrachtet werden.

Die Stellung der Weichenböcke sollte unter Berücksichtigung der Lage der Weichenwärterhäuser gewählt werden und ferner thunlichst so, dass der Wärter bei Bedienung der Weiche nicht unnöthiger Weise Gleise überschreiten muss. Aus demselben Grunde kann es, wenn zwei Weichen in verschiedenen Gleisen, aber nahe bei einander liegen, zweckmässig sein, die Zugstange der einen Weiche unter dem benachbarten Gleise hindurch zu führen, und die beiden Weichenböcke somit neben einander zu stellen. Dieselbe Anordnung wird auch bei beschränktem Raum oft nothwendig werden. Bei Weichen, die zum Rangiren dienen, wird man ein Augenmerk darauf zu richten haben, dass der Führer den am Weichenbock stehenden Wärter sehen kann.

Bei beschränktem Raum kann man die Weichen mit Winkelzügen versehen. Man lässt alsdann die Zugstange der Weiche an dem einen Arme eines Winkelhebels mit kurzen Armen und verticaler, gut befestigter Drehachse endigen, während an dem anderen Arme des Winkelhebels die nach dem Weichenbock führende Stange angreift. Der Weichenbock wird demnach so gestellt, dass der Arm des Gegengewichts parallel mit den Schienen steht, da derselbe in dieser Stellung den Verkehr zwischen den Gleisen nicht sehr behindert.

Die Höhe des Weichenbockhebels richtet sich nach den Dimensionen des menschlichen Körpers, die Grösse des Gegengewichts nach der durchschnittlichen Stärke eines Mannes, die Länge des Gegengewicht-Armes nach den zu überwindenden Reibungswiderständen. Näheres über die Weichenböcke, detaillirte Zeichnungen und Erörterung der theoretischen Seiten der Construction findet man in Winkler's Vorträgen über Eisenbahnbau, 2. Heft.

Es sei hier noch bemerkt, dass es zweckmässig ist, den Weichenböcken einen hellen Oelfarbenanstrich zu geben, damit sie Nachts besser kenntlich sind, und dass alle Weichen mit Nummern, die über den ganzen Bahnhof fortlaufen, versehen sein müssen.

§ 21. Rechtwinklige Gleiskreuzungen. — Wenn das mittelst einer Weiche aus einem Hauptgleise abzweigende Nebengleis ein mit dem ersteren parallel laufendes Gleis durchsetzt, so entsteht eine spitzwinklige Gleiskreuzung. Bevor wir aber auf die Besprechung der constructiven Details derselben eingehen, haben wir einen Blick auf die einfachere Construction der rechtwinkligen Gleiskreuzungen zu werfen, welche namentlich dann Anwendung finden, wenn Quergleise, welche mit kleinen Drehscheiben in Verbindung stehen, die Hauptgleise durchsetzen.

Man hat früher wohl versucht, dergleichen Gleiskreuzungen durch eine Ueberschneidung der Schienen herzustellen, welche in ähnlicher Weise ausgeführt wurde, wie die Ueberschneidung gleich starker Hölzer bei Zimmerwerk. Für untergeordnete Stellen ist jene Construction anwendbar, für Gleise, auf denen Maschinen passiren, nicht. Wenn durch die Spurkranzrillen der Gleiskreuzungen auch nur eine kurze Unterbrechung in der Laufflãche der Schienen entsteht, so ist dieselbe doch ausreichend, um einen empfindlichen Schlag zu Wege zu bringen. Man wird deshalb die Durchkreuzungsstellen aus besonders gutem Material (Stahl oder Hartguss) herzustellen haben. Ausserdem muss in der Regel für eine allmähliche Einführung der Räder in die Spurkranzrillen gesorgt werden.

Gleiskreuzungen aus Bessemerstahl-Schienen sind unter Anderen bei dem österreichischen Südbahnnetze zur Anwendung gekommen. Die Schienen sind zusammengearbeitet, wie Fig. 16, Tafel XXI zeigt, und durch rechtwinklig gebogene Laschen mit einander verbunden. Stehbolzen sichern den richtigen Abstand zwischen den Fahrschienen und den Zwangschienen. Mit letzteren ist im vorliegenden Falle das ganze Quergleis ausgerüstet.

Haltbarer, als die erwähnten, dürften Gleiskreuzungen aus Hartguss sein, wie solche auf den genannten Bahnen gebraucht und u. A. auch von Gruson hergestellt werden. Die Figuren 3 bis 5 auf Tafel XXI geben ein Bild derselben. Die massive Spitze ist wohl dauerhafter, als die aus zwei Theilen zusammengesetzte der vorhin erwähnten Construction. Die Figuren 4, 5 und 17, Tafel XXI zeigen, dass bei beiden Anordnungen ein »Auflauf« (vergl. § 11) zur Anwendung kommen kann und dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass ein solcher bei rechtwinkligen Gleiskreuzungen ganz am Platze ist.

Man hat auch auf andere Mittel gesonnen, das Schlagen der Räder beim Passiren der Gleiskreuzungen möglichst zu vermindern und ein solches Mittel in einer mässigen, dem Vorsprunge der Spurkränze entsprechenden Erhöhung des Schienenkopfs des einen der sich kreuzenden Gleise gefunden. Hierbei kann nun zwar dem höher liegenden Gleise eine längere Unterbrechung der Lauffläche nicht erspart werden, dagegen lassen sich die Schienen des tiefer liegenden Gleises ohne jede Unterbrechung durchführen. Es folgt hieraus, dass die fragliche Anordnung namentlich dann Beachtung verdient,

wenn ein Hauptgleis von einem untergeordneten Gleise, auf welchem nur einzelne Wagen mit mässiger Geschwindigkeit passiren, durchsetzt wird.

Bei Ausführung derartiger Kreuzungen, welche in den Figuren 1 und 2, Tafel XXI dargestellt sind, ist der Abstand der Schienen des Quergleises von den Schienen des Hauptgleises so zu wählen, dass die das erstere passirenden Räder die Hauptschienen nicht berühren (vgl. Fig. 29, Tafel XXI). Man wird deshalb sowohl das Maximalmaass für den Vorsprung der Spurkränze, wie die Senkung zu Rathe zu ziehen haben, welche die Räder beim Passiren der Lücke des Quergleises erleiden. Die Breite der Ausschnitte für die Radkränze bestimmt sich aus der Maximalbreite der letzteren, unter Berücksichtigung der Abnutzung der Spurkränze. In der Tiefe würden die Ausschnitte an der Aussenseite der Schienen nur bis Schienenkopf des Hauptgleises zu führen sein, wenn nicht auf Räder mit abgenutzten Radreifen Rücksicht zu nehmen wäre, bei denen die äusseren Kanten der Radreifen nicht selten noch ein wenig unter Schienenkopf hinabreichen. Man wird deshalb jenen Ausschnitt etwa $0^{m},01$ tiefer halten, als den Schienenkopf des Hauptgleises. Die Anordnung der Querlager und der Zwangschienen geht aus den Figuren 1 und 2 hervor, die Anbringung der letzteren ist nicht unbedingt erforderlich. Eine wesentliche Vereinfachung der gezeichneten Construction lässt sich einführen, wenn man zwei stärkere Querschwellen des Hauptgleises als Langschwellen für die Schienen des Quergleises benutzt.

§ 22. Spitzwinklige Gleiskreuzungen. — Wenn der Winkel, unter welchem zwei Gleise sich durchschneiden, ein spitzer ist, so finden wesentliche Abweichungen von der vorher besprochenen Construction erst dann Statt, wenn jener Winkel ein Neigungsverhältniss ähnlich demjenigen der Herzstücke erhält. Ein Theil einer Gleiskreuzung unter einem Winkel von etwa 45° ist in den Figuren 6 und 7, Tafel XXI dargestellt. Man sieht aus dem Grundriss Fig. 6, dass bei dieser Kreuzung alle Theile der rechtwinkligen Kreuzung nur in etwas veränderter Form wiederkehren. Dasselbe gilt von der Kreuzung, deren (durch Guss hergestelltes) Eckstück in den Figuren 14 und 15, Tafel XXI vorgeführt ist.

Andere Rücksichten sind bei Gleiskreuzungen zu nehmen, wenn die Stränge unter einem spitzeren Winkel sich schneiden. Wenn derselbe so spitz ausfällt, dass eine vom Punkte A (Fig. 8, Tafel XXI) auf der Gleisrichtung AB errichtete Normale noch in die gegenüberliegende Spurkranzrille $a, b,$ trifft, so ist besondere Sorgfalt erforderlich, um den Rädern die nöthige Führung in der Mitte der Gleiskreuzung zu erhalten. Andererseits gestalten sich die Stücke B, B an den Enden der Gleiskreuzungen (s. Fig. 4, Taf. XXII) zu gewöhnlichen Herzstücken und bedürfen keiner besonderen Besprechung.

Betrachten wir die Fig. 8, Tafel XXI, in welcher eine spitzwinklige Gleiskreuzung schematisch dargestellt ist, etwas näher und nehmen an, dass ein Räderpaar in der Richtung des Pfeils dieselbe passirt, so ergiebt sich, dass dem ersten Rade auf die Länge $b, a,$ jede directe Führung abgeht. Diese Länge ist keineswegs unbedeutend und je nach dem Neigungsverhältniss der Kreuzung zu 0,5 bis $1^{m},0$ anzunehmen, obwohl man die Weite der Spurrinne im vorliegenden Falle einzuschränken und etwa $= 45^{mm}$ anzunehmen pflegt. Der Stelle $b, a,$ gegenüber kann man keine Zwangschiene in gewöhnlicher Weise anbringen und muss man sich somit darauf verlassen, dass die Einwirkung der Zwangschiene $d\,b,$ die Räder nachträglich in ihrem richtigen Wege erhält und dieselben verhindert, die Spitzen a und $a,$ zu berühren oder auf dieselben aufzusteigen. In ähnlicher Weise ist auch für die drei anderen Richtungen, in welchen die Gleiskreuzung durchfahren werden kann, durch Anbringung

(in der Figur nicht gezeichneter) Zwangschienen zu sorgen. Es entsteht somit in der Mitte der Gleiskreuzung eine eigenthümliche Anordnung, der man den Namen Doppelherzstück geben kann. Die in diesem Falle benutzten Zwangschienen werden auch wohl Radlenker genannt.

Die besprochenen Verhältnisse haben lange Zeit Bedenken gegen die Anwendung spitzer Gleiskreuzungen erregt. Wenn man jedoch bedenkt, dass ein Rad, welches auf eine ziemliche Länge sicher geführt ist, nach Ablaufen von der Führung seine Richtung fast ebenso wenig ändern wird, wie eine Flintenkugel, die den Lauf verlässt, wenn anders die Geschwindigkeit der Räder gross genug ist, so verlieren jene Bedenken an Gewicht. Ausserdem haben die längeren Erfahrungen, welche man mit Gleiskreuzungen gemacht hat, dargethan, dass auch solche unter spitzem Winkel ungefährlich sind. Man führt deshalb auch Kreuzungen mit Neigungen 1 : 10 und ähnlichen vielfach aus. Flachere Neigungen sind nicht erforderlich, weil jene Kreuzungen sich ohne Schwierigkeit mit Weichenherzstücken 1 : 12 oder 1 : $12^1/_2$ in Verbindung setzen lassen. In Curven von über 1000^m Radius erscheinen Gleiskreuzungen zur Noth noch zulässig; schärfere Curven müssen an der Durchschneidungsstelle modificirt werden, bevor man zur Einlegung der Kreuzung schreitet.

Weiter folgt aus dem oben Gesagten, dass bei der fraglichen Construction die Zwangschienen eine besonders wichtige Rolle spielen und sehr solide hergestellt werden müssen. Dagegen können die Hornschienen, welche man bei weniger spitzen Gleiskreuzungen findet, bei der in Rede stehenden Construction unbedenklich weggelassen werden. Die Zwangschienen sind in gehöriger Länge (4 bis 6^m) herzustellen, namentlich ist aber aus den in § 13 bereits angegebenen Gründen grosses Gewicht auf ausreichende Höhe und auf sehr solide Befestigung zu legen. Wo Schienen eines höheren Profils nicht zur Verfügung stehen, kann man die Zwangschienen aus T-Eisen in der durch Fig. 11 bis Fig. 13, Tafel XXI dargestellten Weise herstellen. Bei dieser Construction, welche für die Oesterreichische Staatsbahn hergestellt ist, erheben sich die Zwangschienen 60^{mm} über Schienenkopf.

Die Anwendung einer Ueberhöhung der Zwangschienen bürgert sich bei den Gleiskreuzungen neuerdings mehr und mehr ein und wird auch in den Grundzügen (§ 66) — zunächst für die Gleiskreuzungen der englischen Weichen — ausdrücklich empfohlen. Nachdem jetzt das Normalprofil des lichten Raumes für die Bahnhöfe entsprechend verändert ist (s. § 12 des II. Capitels dieses Bandes), steht der Ausführung dieser wesentlichen Verbesserung Nichts mehr im Wege. Der Höhenunterschied zwischen dem Kopf der Zwangschiene und dem Kopf der Fahrschiene ist zu 50^{mm} anzunehmen. Wo die fragliche Construction nicht von vorn herein gewählt ist, empfiehlt sich die Anwendung eines mit seitlich angebrachten Schrauben befestigten Sattels[18]).

Eine solide Schwellenlage, am besten eine solche aus eisernen Schwellen, nöthigenfalls Absteifung der Zwangschienen unter sich, ist zu empfehlen, die in den Figuren 11 und 12, Taf XXI angegebene, unter den Querschwellen liegende Langschwelle dagegen nicht, und zwar aus den in § 14 angegebenen Gründen.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die Spitzen und Kniestücke der spitzwinkligen Gleiskreuzungen aus Stahl hergestellt werden müssen und dass man

---

[18]) Die Zweckmässigkeit einer derartigen kräftigen Erhöhung wird in Couche »Voie« etc. p. 379 durch Rechnung nachgewiesen. Zeichnungen aufgesattelter Zwangschienen findet man Zeitschr. des österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1872, Bl. 16. — Man vergl. auch Organ 1873, p. 53.

auch bei ihnen Hartguss mit Erfolg zur Anwendung gebracht hat. In den Figuren 27 und 28 ist ein Hartguss-Doppelherzstück dargestellt. Dasselbe ist aus zwei Theilen zusammengesetzt, um den Guss zu erleichtern und die Auswechslung desjenigen Theiles, welcher zuerst schadhaft wird, möglich zu machen. Ferner ist die Verlängerung der Herzstückspitze bis zum Schnittpunkt der Constructionslinien zweckmässig (vergl. § 66 der Grundzüge). — Bei Normirung der Länge der einzelnen Theile ist von vornherein auf eine zweckmässige Schieneneintheilung der Stränge zwischen Herzstück und Doppelherzstück Rücksicht zu nehmen, etwa in der Weise, wie die Figuren 4 und 10, Tafel XXII zeigen.

Unter Beachtung der im Vorstehenden angegebenen Regeln lassen sich die spitzwinkligen Gleiskreuzungen vollständig betriebssicher herstellen und es wird für die Sicherheit des Betriebes Nichts gewonnen, wenn man statt der Doppelherzstücke bewegliche Spitzen anwendet. Immerhin entstehen auf dem angedeuteten Wege interessante Constructionen, über welche u. A. Organ 1865, p. 73, daselbst 1875, p. 89 und Zeitschr. des österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1872, p. 250 zu vergleichen sind.

§ 23. Dreitheilige Ausweichungen. — Bei einer dreitheiligen Ausweichung laufen ein gerades, ein concaves und ein convexes Gleis an einer Stelle zusammen. Die Weiche ist alsdann eine Doppelweiche mit zwei Backen und vier Zungen. Die Weichenbacken und die inneren Zungen sind gekrümmt, die zwischen ihnen liegenden Zungen haben eine gerade Begrenzung. Die Zungen sind ungleich lang und es gehören je eine lange und eine kurze Zunge zusammen. Eine dreitheilige Ausweichung hat drei Herzstücke. — Die Orleansbahnen verwenden beispielsweise Weichenbacken von $5^m,5$ Länge, lange Zungen von $4^m,9$, kurze desgleichen von $4^m,5$; zwei Herzstücke tg 0,08 und ein Herzstück tg 0,125. Eine ausführliche Beschreibung der Doppelweiche findet man Couche, Voie etc., p. 346, 355 und 382; Zeichnungen u. A. auch in Etzel, Oesterr. Eisenbahnen.

Die Doppelweichen sind zu den complicirten und schwer zu unterhaltenden Vorrichtungen zu rechnen, deren Anwendung man soviel wie möglich vermeiden sollte. Früher galten dieselben auch als nicht vollständig betriebssicher und es war dementsprechend in die Grundzüge der Satz aufgenommen: »Ausweichen für drei Schienenstränge sind in Hauptgleisen nicht zu empfehlen.«

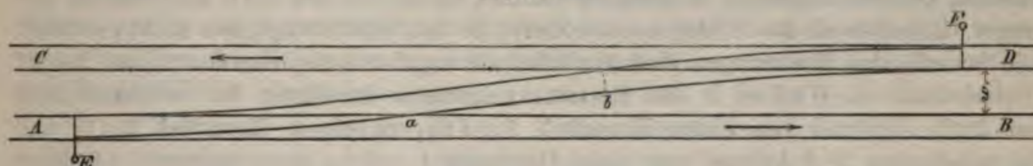
Eine der sechsten Techniker-Versammlung vorgelegte Frage: »Welche neuere Erfahrungen liegen über Ausweichungen für drei Schienenstränge vor, die deren Anwendung in Hauptgleise nicht empfehlenswerth machen,« hat jedoch folgende Beantwortung gefunden: »Die neueren Erfahrungen haben dargethan, dass dreitheilige Weichen guter Construction unter Voraussetzung ganz zuverlässiger Bedienung und der Anbringung entsprechender Signalvorrichtungen in Hauptgleisen unbedenklich angewendet werden können.« Dem Vorstehenden entsprechend sind die fraglichen Ausweichungen nunmehr als auch für Hauptgleise zulässig erklärt (s. § 65 der Grundzüge).

Eine zweckmässige Abart der dreitheiligen Ausweichung ist in Fig. 11, Tafel XXII dargestellt. Dieselbe hat den grossen Vortheil, dass sie sich mit normalen Weichen und Herzstücken bauen lässt. Die Ersparung an Baulänge ist zwar bei dieser Construction nicht so gross, wie bei Anwendung der gewöhnlichen Doppelweiche, beträgt indess immerhin ca. 17^m. Die Lage der zweiten Weiche bestimmt sich dadurch, dass zwischen dem geraden Gleise und dem äusseren Strange der ersten Weichencurve ein für das Spiel der Weichenzungen ausreichender Abstand vorhanden sein muss.

§ 24. Weichenverbindungen. Anordnung und Schieneneintheilung der Verbindungsgleise. — Wir haben in den §§ 6 bis 20 unsere Betrachtungen auf die Ausweichung selbst beschränkt, wie sie einen Zusammenhang zwischen zwei unter spitzem Winkel zusammenstossenden Gleisen herstellt. Wenn nun zwei parallele Gleise durch eine Ausweichung verbunden werden sollen, so bedingt dies die Einlegung einer kleinen Curve zur Ueberleitung der Richtung des Herzstücks in die Richtung des zweiten Gleises. Die hierbei entstehenden Abmessungen lassen sich für die verschiedenen Gleisentfernungen leicht berechnen. Es ist am einfachsten, wenn man den Radius des inneren Schienenstranges der Verbindungscurve gleich dem Radius des äusseren Stranges der Weichencurve annimmt.

Wenn ein Parallelgleis *DC* (s. den nachstehenden Holzschnitt Fig. 16) bei *F* nicht endigt, so entsteht eine »Weichenverbindung« zwischen den Gleisen *AB* und *DC*, bestehend aus zwei Ausweichungen und einem zwischen den Herzen derselben liegenden Gleisstück, dem »Verbindungsgleise«. Die Weichenverbindung *EF* stellt zwar einen vollständigen Zusammenhang zwischen den beiden parallelen Gleisen her, es ist aber zu beachten, dass die Fuhrwerke, ohne ihre Bewegungsrichtung zu ändern, nur von *A* nach *D* und von *D* nach *A* fahren können. Fuhrwerke, welche von *C* nach *B* oder von *B* nach *C* fahren, müssen beim Uebergange von einem Gleise auf das andere zweimal halten, sie müssen eine Sägebewegung machen.

Fig. 16.



Es ist nicht unzweckmässig, bei Anordnung des Verbindungsgleises, welches in der Regel gerade geführt wird, das schon mehrfach hervorgehobene Princip festzuhalten, dass die annähernde Ermittelung der Länge durch Rechnung, die genaue Feststellung derselben aber in Rücksicht auf eine ökonomische Verwendung der Schienen zu geschehen hat.

Bezeichnet man die Zwischenweite (von Schieneninnenkante zu Schieneninnenkante gemessen) mit w_1, die Spurweite mit s und den Neigungswinkel des Herzstücks mit β, so hat man zur Berechnung des Abstandes ab

$$ab = \frac{w_1}{\sin\beta} - \frac{s}{\operatorname{tg}\beta}$$

Indem man von dem berechneten Maasse die von beiden Herzstücken, bezw. die von den zur Ausweichung zu rechnenden Gleisstücken eingenommenen Längen abzieht, erhält man die Länge des mit gewöhnlichen Schienen zu bauenden Stückes. Es ist bereits bei anderer Gelegenheit nachgewiesen, dass man mit Schienen von 6, 5 und 4^m Länge und mit den Hälften der 6^m und 5^m langen Schienen Gleislängen der verschiedensten Art herstellen kann. Man kann nun eine Schieneneintheilung der Art wählen, dass man sich dem berechneten Maass möglichst annähert und dieser Eintheilung entsprechend die genaue Länge des Verbindungsgleises festsetzen. Im Allgemeinen ist eine Verkürzung des berechneten Maasses einer Verlängerung desselben vorzuziehen. Die Abweichungen zwischen der berechneten und der auszuführenden Länge gleichen sich durch eine geringe Modificirung der Zwischenweite unschwer

aus. In den Figuren 5 und 6, Tafel XXII sind beispielsweise die Anordnungen der Verbindungsgleise dargestellt, welche bei Herzstücken 1 : 10 und Mittenentfernungen von 4^m,5, bezw. 4^m,0 sich ergeben, wenn die Herzstücke die in den Figuren 1 bis 3, Tafel XXII angenommenen Dimensionen haben. Ausnahmen von dem angegebenen Verfahren sind selbstverständlich zulässig und kaum zu umgehen.

Wenn man auf angegebenem Wege die Längen der Verbindungsgleise für die verschiedenen normalen Zwischenweiten der Gleise festgestellt hat, so sind damit auch die Längen der Weichenverbindungen für die gewöhnlich vorkommenden Fälle festgelegt. Wenn diese Längen zum Voraus ermittelt und in die Instructionen zum Legen der Weichen aufgenommen werden, so erleichtert dies die Ausführung und die Bearbeitung der Bahnhofspläne.

Wenn der Gleisabstand das gewöhnliche Maass übersteigt, wie beispielsweise der Fall ist, wenn zwischen den Gleisen ein Fahrweg liegt oder Drehscheibenanlagen grössere Abstände verlangen, so kann man zur Verminderung der Länge des Verbindungsgleises unbedenklich eine Contrecurve in dasselbe einlegen. In diesem Falle muss jedoch zwischen beiden Curven, deren Radius von dem Radius der Weichencurven nicht erheblich abweichen sollte, eine gerade Linie von mindestens 6^m,0 Länge liegen (vergl. § 63 der Grundzüge). Auch hinter den Herzstücken sollte sich in der Regel eine Gerade von ca. 3^m Länge befinden.

Im Allgemeinen werden die beiden Herzstücke, welche zu einer Weichenverbindung gehören, dasselbe Neigungsverhältniss haben, sie müssen es, wenn zu geringer Gleisabstand das Einlegen einer Curve in das Verbindungsgleis nicht gestattet. Die betreffenden Rechnungen sind einfach, sie ergeben beispielsweise, dass bei 2^m Gleisabstand ein Wechsel in den Herzstückneigungen unzulässig ist, während man bei 2^m,25 Abstand von einem Herzstück 1 : 12$^1/_2$ zu einem Herzstück 1 : 10 und bei mindestens 2^m,6 Abstand von einem Herzstück 1 : 10 zu einem solchen 1 : 8 übergehen kann.

Die so eben besprochene Anordnung gewinnt besondere Bedeutung, wenn eine Weichenverbindung zwischen zwei in Curven liegenden Hauptgleisen hergestellt wird. In diesem Falle wird man in der Regel auf gekrümmte Verbindungsgleise angewiesen sein.

Bei einer directen Weichenverbindung zwischen zwei parallelen Gleisen, die durch ein drittes von einander getrennt sind, wird das letztere mit einer Gleiskreuzung durchsetzt. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass in diesem Falle der Neigungswinkel des Doppelherzstücks der Gleiskreuzung mit dem Neigungswinkel des Herzstücks des ersten Gleises übereinstimmt. Man kann beispielsweise von einer Ausweichung Herz 1 : 12 zu einer Kreuzung 1 : 10 und resp. von 1 : 10 zu 1 : 8 übergehen. Alsdann muss bei ungenügendem Gleisabstand dasjenige Herzstück der Gleiskreuzung, welches der ersten Ausweichung zunächst liegt, dieselbe Neigung wie das benachbarte Weichenherzstück haben.

Die meisten der hier aufgeführten und die sonst bei Anlage von Verbindungsgleisen vorkommenden Fälle lassen sich einer Berechnung unterwerfen, wegen deren indess auf die Monographien über Weichenconstruction (s. »Literatur« am Schlusse des Capitels) verwiesen werden muss. Sehr vollständig findet man diese Berechnungen in Winkler's Vorträgen 2. Heft. Es wäre wünschenswerth, die wichtigeren derselben hier aufzunehmen, weil man bei der Anlage von Verbindungsgleisen nicht selten auf den Weg der Rechnung angewiesen ist. Der uns zugewiesene Raum gestattet indess eine solche Erweiterung nicht. Die einschlägigen Untersuchungen

gestalten sich nicht selten kurz und einfach, wenn man dieselben im Wege der Annäherung behandelt. Dies entspricht der allmählichen Ausbildung des Bahnhofsprojects, bei welchem anfangs eine Ermittelung der wesentlichsten Dimensionen genügt. Für die Ausführung muss allerdings die genaue Festlegung aller Einzelnheiten mittelst sorgfältig durchgeführter Rechnungen erfolgen. — Auf eine zweckmässige Schieneneintheilung sollte unter allen Umständen Rücksicht genommen werden und ist dazu die Herstellung von genauen Zeichnungen in grossem Maassstabe neben der Berechnung der Dimensionen erforderlich.

§ 25. Weichenstrassen. Herzstücke bei Drehscheiben. — Wir haben bislang nur von der Verbindung zweier Gleise mittelst der Ausweichungen gesprochen. Wenn eine grössere Anzahl paralleler Gleise an ihren Enden durch Weichen zu verbinden sind, so hat dies in der Regel mit Hülfe eines längeren, schrägliegenden Gleises zu geschehen, in welches jedes der parallelen Gleise mit einer Weiche einmündet: es entsteht eine sogenannte Weichenstrasse. Jenes Hülfsgleis nennt man das Stammgleis (Muttergleis) der Weichenstrasse.

Wenn schon bei Anlage einer einfachen Weichenverbindung ihre grosse, 60 bis 70^m betragende Länge sich oft störend bemerklich macht, so tritt die grosse Erstreckung der Ausweichungen, als einer der wesentlichsten Uebelstände derselben, bei Anlagen von Weichenstrassen ganz besonders zu Tage. Man ist darauf bedacht gewesen, diesen Uebelstand durch geschickte Anordnungen weniger fühlbar zu machen und somit nicht allein die Länge der nicht nutzbaren, d. h. der zum Aufstellen von Wagen u. s. w. nicht brauchbaren Gleisstrecken, sondern auch die bei den Operationen auf den Bahnhöfen von den Locomotiven und Wagen zu durchlaufenden Wege soweit als thunlich einzuschränken.

Bei Anlagen von mittlerer Grösse, — wenn also drei oder vier Gleise mit einander zu vereinigen sind, deren Abstände gegeben und bei denen — zum wenigsten in Betreff der Hauptgleise — eine Abweichung von der geraden Linie nicht zulässig ist, — kann man sich darauf beschränken, für die Weiche, welche das Stammgleis der Weichenstrasse mit dem Hauptgleise verbindet, ein ziemlich stumpfes Herzstück zu wählen und hinter demselben eine Curve mit mässigem Radius einzuschalten, welche man einige Meter vor der zweiten Ausweichung endigen lässt. Auf diese Weise wird man bei den üblichen Herzstückneigungen und Gleisentfernungen den Winkel des Stammgleises immerhin 1,5 bis 2° grösser erhalten, als den Winkel des Herzstücks. Die genauere Feststellung dieses Winkels erfolgt durch Rechnungen, auf deren Details hier nicht wohl eingegangen werden kann. Weil es zeitraubend sein würde, dieselben in jedem einzelnen Falle zu führen, so empfiehlt es sich, die Resultate in die Instruction über Legen der Weichen aufzunehmen. Bei der erwähnten Anordnung rücken zwar die einzelnen Weichen der Weichenstrasse etwas näher zusammen, als bei gerader Führung des Stammgleises, es bleiben aber immerhin die Längen der verlorenen Wege noch ziemlich bedeutend.

Sind dagegen eine grössere Anzahl Gleise durch eine Weichenstrasse zu vereinigen und hat man, wie es nicht selten der Fall ist, Freiheit in Betreff der Bestimmung des Stammgleis-Winkels, so ist derselbe behufs möglichster Einschränkung der verlorenen Wege so zu wählen, dass man Ausweichung auf Ausweichung folgen lassen kann. Zu diesem Ende hat man den Sinus des Stammgleiswinkels gleichzusetzen dem Quotienten aus Mittenentfernung der Gleise durch Länge der Ausweichung (letztere vom Anfang der Backe bis zum Ende des Herzstücks gemessen). Um eine derartige Neigung des Stammgleises zu erreichen, ist entweder,

durch Verlegung einer Weiche aus der Weichenstrasse in ein Parallelgleis, Platz für grössere Ausdehnung der vorhin erwähnten, in das Stammgleis einzulegenden Curven zu schaffen oder es sind symmetrische Ausweichungen (s. § 18) zur Anwendung zu bringen.

Wenn wir nach diesen Andeutungen die Besprechung der Weichenstrassen hier verlassen, so geschieht dies einerseits, weil der Gegenstand bereits in die Lehre von den Stationsanlagen hinüberschlägt und andererseits, weil verschiedene Arbeiten vorliegen, aus denen man sich über die Einzelnheiten Aufschluss erholen kann.[19])

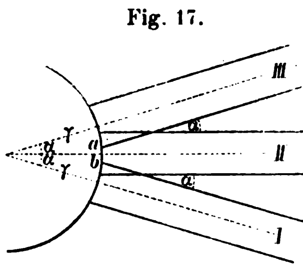
Es sind noch einige Bemerkungen über die Zuführung der Gleise nach Drehscheiben und die hierbei vorkommenden Herzstücke zu machen.

Bezeichnet man den Halbmesser der Drehscheibe mit r und den Abstand zwischen dem Gleise I und III (s. Fig. 17), gemessen zwischen den Schieneninnenkanten am Umfange der Drehscheibe mit ab, so ist der Winkel der bei der Drehscheibe entstehenden Herzstücke

$$\alpha = \frac{90^0}{\pi} \cdot \frac{1{,}435 + ab}{r}.$$

Wenn nur eine beschränkte Anzahl Gleise auf die Drehscheibe zu führen sind, so kann man die Anordnung nicht selten so treffen, dass eigentliche Herzstücke vermieden werden. Man hat alsdann ab gleich Spurweite plus vierfacher Breite des Schienenkopfs oder, wenn man den Winkel etwas kleiner haben will, gleich Spurweite plus 4×20^{mm} zu setzen und hieraus den Winkel, welchen die Schienen mit einander einschliessen, zu berechnen.

Fig. 17.



Soll dagegen auf eine Drehscheibe eine grössere Anzahl von Gleisen geführt werden, wie es z. B. bei grösseren Locomotivschuppen der Fall ist, die in Hufeisenform erbaut sind, so setzt man ab gleich doppelter Breite des Schienenkopfs und erhält dann beispielsweise bei 63^{mm} breiten Schienenköpfen und 6^m Halbmesser der Drehscheiben $\alpha = 7^0\,46'$.[20])

Wenn die Drehscheibengleise nur von einzelnen Wagen passirt werden, so erscheint fast jeder Winkel für die durch Kreuzung der Strahlengleise entstehenden Herzstücke anwendbar, weil dieselben in einfachster Weise durch Ueberschneidung der Schienen hergestellt werden können. Auch wird man in solchen Fällen unter

---

19) Es sind zu vergleichen: *Zeitschrift für Bauwesen 1859, p. 380. — Winkler's Vorträge, 2. Heft. — Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1869, p. 59 (»Unregelmässige Legung der Weichen mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung für Muttergleise«). — Auch Organ 1859, p. 174 (»Ueber Gleise und Gleisverbindungen auf Bahnhöfen«) und Deutsche Bauzeitung 1872. p. 399.

20) Ein Winkel von $7^0\,34'$ entspricht einer Herzstückneigung von 0,1333 oder $\frac{1}{7{,}5}$ und eignet sich nicht allein für die Drehscheibenherzstücke, sondern auch für Curvenweichen mit divergirenden Curven (s. § 18). Es würde somit zur Vereinfachung der Ausführungen beitragen, wenn man das bezeichnete Neigungsverhältniss als das normale in beiden Fällen einführte.

Die bei der Berechnung von Drehscheibengleisen am häufigsten vorkommenden Formeln findet man in Paulus: Der Eisenbahn-Oberbau. 2. Aufl. Man vergl. auch in dem Aufsatze von Redlich (Organ 1859, p. 198) die Auseinandersetzung über Ausnutzung der Gleise bei Hallen-Drehscheiben und »Ueber polygone Locomotivschuppen und Herzstücke in den Gleisen von der Drehscheibe nach einem solchen Schuppen« Organ 1870, p. 55, woselbst Zeichnungen und Beschreibungen von Drehscheiben-Herzstücken gegeben sind.

Umständen von den stumpfen Herzstücken, welche bei Kreuzweichen (s. den folgenden Paragraph) entstehen, mit Vortheil Anwendung machen.

§ 26. Kreuzweiche. Gleisverschlingung. Englische Weiche. — Wenn zwei Hauptgleise *AB* und *CD* (s. Fig. 17, Tafel XXII) durch Weichen so verbunden werden sollen, dass Fuhrwerke, welche auf einem derselben in einer beliebigen Richtung fahren, stets auf das andere Gleis übergehen können, ohne ihre Bewegungsrichtung zu ändern, so genügt eine Weichenverbindung nicht, man wird deren zwei *EF* und *GH* anlegen müssen. Eine derartige Verbindung erfordert aber eine so grosse Längenausdehnung, dass man mitunter gezwungen ist, die letztere durch Verlegung der Weichen *G* und *H* nach G_1 und H_1 einzuschränken. Die hierdurch zum Vorschein kommende sogenannte Kreuzweiche besteht somit aus vier Ausweichungen und einer Gleiskreuzung. Der Winkel der Durchkreuzung ist doppelt so gross, wie der Winkel der Herzstücke der Ausweichungen. Man wird für letztere in der Regel eine Neigung 1 : 10 und somit für die Gleiskreuzung das Neigungsverhältniss 1 : 5 wählen können, weil in den Kreuzweichen die Züge ohnehin schon langsam fahren müssen.

Zur Verwendung bei Kreuzweichen empfiehlt Hohenegger Hartguss-Herzstücke, welche im Wesentlichen wie das durch Fig. 15, Tafel XXI dargestellte Gleiskreuzungs-Eckstück construirt sind. Dergleichen Herzstücke kann man zweimal gebrauchen, indem man sie um eine Verticalachse und um 180° dreht, nachdem die eine Seite abgenutzt ist.

Man erkauft durch Anwendung einer Kreuzweiche nutzbare Länge der Gleise und vermindert unter Umständen die von den Fuhrwerken zurückzulegenden Wege. In Beziehung auf letztgenannten Punkt untersucht Redlich die Kreuzweiche in einem bereits oben erwähnten Aufsatz (Organ 1859, p. 174) und kommt zu folgendem Resultate: »Insofern die Kreuzweiche angelegt werden würde, um die beim Rangiren zurückzulegenden verlorenen Wege möglichst zu beschränken, ergiebt sich zu Gunsten dieser Verbindung nur eine Längenverminderung von etwa $^1/_{10}$ der gesammten Wege, ein Ergebniss, welches die Anlage der Kreuzweichenverbindung für den eben bezeichneten Zweck der grösseren Kosten der Anlage, Unterhaltung und Bedienung wegen nicht empfiehlt. Dagegen kann die Anlage einer solchen Verbindung in den Hauptfahrgleisen der Bahn zum raumersparenden, bequemen Anfahren zweier Züge vor dem Perron von grossem Vortheil sein.«

Diese Bemerkung scheint durchaus zutreffend zu sein. Man wird bei End- und Trennungsstationen die Kreuzweiche oft in zweckentsprechender Weise verwenden können. Im Allgemeinen dürfte dieselbe jedoch zu den complicirten und theuern Constructionen gehören, zu deren Anwendung nur im Nothfall gegriffen werden sollte.

Die in Fig. 17 dargestellten Formen können als Urbild einer grösseren Anzahl von Anordnungen betrachtet werden.

Wenn zwischen den Punkten *E* und *H* das zweite Gleis durch irgend einen Umstand gesperrt ist, so liegt in der Anwendung zweier nach verschiedenen Seiten sich wendenden Ausweichungen ein Mittel, die Züge beider Fahrrichtungen innerhalb der Strecke *FG* auf einem Gleise passiren zu lassen. Dieser Fall kommt vor bei Reparaturen von Kunstbauten zweigleisiger Bahnen, bei Einschaltung eingleisiger Brücken in solchen Bahnen und in verwandten Fällen. Es ist indess die Anwendung der fraglichen Anordnung in freier Bahn nicht ohne Gefahren. Man vermeidet dieselben durch die sogenannte Gleisverschlingung. Bei einer solchen (s. Fig. 18, Tafel XXII) legt man in die Strecke *FG* vier Schienenstränge, von denen je zwei nur um die Weite der Spurkranzrille von einander abstehen. Auf diese

Weise erreicht man den bezeichneten Zweck ohne Anbringung von Weichen. Zwei Herzstücke sind indess erforderlich. Unter Anwendung geeigneter Signalvorrichtungen wird der Betrieb einer solchen Strecke mindestens ebenso sicher, wie der Betrieb auf Trennungsstationen, auf Endstationen, welche Kopfstationen sind, ferner wie der Betrieb auf Drehbrücken, frequenten Ueberfahrten u. s. w. Die Construction verdient somit Beachtung; vielleicht auch als ein Mittel, die Kosten für grössere Kunstbauten auf Bahnen zweiten Ranges einzuschränken. Ihre Anwendbarkeit bei Brückenreparaturen hat der Verfasser bei grösseren Ergänzungen zweier hölzerner Brücken auf der sehr frequenten Bahnstrecke Hannover-Minden erprobt.[21])

Die Kreuzweiche tritt ausser in der besprochenen Grundform noch in mancherlei anderen Gestaltungen auf. Wenn die Endweichen von Trennungsbahnhöfen als Kreuzweichen zu construiren sind, so kann man an der betreffenden Stelle von dem Gleisabstand der freien Bahn in den grösseren Abstand der Bahnhofgleise übergehen. Sind alsdann die Herzstückwinkel der Ausweichungen E und G' (Fig. 17, Tafel XXII) $= \beta$ und diejenigen der Ausweichungen H' und $F = \alpha$, so macht man zur Vermeidung von Contrecurven den Divergenzwinkel der Gleise $A\,B$ und $C\,D = \beta - \alpha$. Die Winkel der Gleiskreuzung werden alsdann $= \alpha + \beta$.[22])

Wenn man ferner (Fig. 15, Tafel XXII) nicht die Gleise AB und CD, sondern die Linien AD und CB gerade führt, so entsteht eine Kreuzweiche von eigenthümlicher Form, welche auch wohl auf Trennungsbahnhöfen Anwendung findet, sonst aber von der gewöhnlichen Kreuzweiche nicht verschieden ist. — Sobald nun der Winkel der Gleiskreuzung sehr spitz wird und ein Neigungsverhältniss von etwa 1 : 10 erhält, tritt eine wesentliche Vereinfachung der in genannter Figur dargestellten Construction dadurch ein, dass die Weichen zwischen die Herzstücke und die Doppelherzstücke der Gleiskreuzung fallen. Hierdurch verschwinden die Herzstücke der vier Ausweichungen und es bleiben somit, wie Fig. 30, Tafel XXI zeigt, nur die Theile der Gleiskreuzung und vier Weichen übrig. Die fragliche Anordnung bezeichnet man wohl mit dem Namen »Englische Weiche« oder »Gleiskreuzungsweiche«. Man erhält hierbei allerdings in der Gegend des Doppelherzstücks viele nahe bei einander liegende Schienen, der fragliche Theil der Construction lässt sich aber sowohl aus gewalzten Schienen, wie aus Hartguss ganz solide herstellen (vergl. die Figuren 19 bis 21 und 31 bis 34, Tafel XXI). — In geeigneten Fällen wird man eine Vereinfachung der Construction dadurch eintreten lassen können, dass man zwei Weichen und die zugehörigen Schienenstränge weglässt (s. Fig. 26, Tafel XXI) (halbe englische Weiche). — Von den im Vorstehenden bezeichneten Anordnungen der Doppelherzstücke ist die in den Figuren 31 bis 34 dargestellte mehr zu empfehlen, als die andere. Noch besser durchgebildet erscheint indess die Construction der Köln-Mindener Bahn (s. Organ 1871, p. 226), bei welcher die Doppelherzstücke der gewöhnlichen Gleiskreuzungen angewendet werden.

Die englische Weiche ist in neuerer Zeit ziemlich in Aufnahme gekommen. In ihr ist ein Mittel gefunden, eine Weichenstrasse in der Mitte von Parallelgleisen anzulegen oder, was dasselbe sagen will, die zu verbindenden Gleise über das Stammgleis der Weichenstrasse fortzuführen.

---

21) Ueber Gleisverschlingungen vergl. man: E. V. Z. 1862, p. 972 und Organ 1864, p. 251.

22) Eine Berechnung der gewöhnlichen und der oben erwähnten Kreuzweiche findet man in der bereits citirten Arbeit von Paulus, »Der Eisenbahn-Oberbau etc.«.

Eine gewisse Schwierigkeit entsteht bei der Construction der englischen Weichen dadurch, dass die Entwickelung der Flügelschienen des Doppelherzstücks durch die Schienen der Weichencurve einigermaassen beeinträchtigt wird. Es wird namentlich diesem Umstande zuzuschreiben sein, dass Entgleisungen in den englischen Weichen bislang nicht zu den Seltenheiten gehört haben. Dieselben traten jedoch nur dann ein, wenn ein darin befindlicher Zug gebremst oder plötzlich angehalten oder in Bewegung gesetzt wurde. Durch Anwendung derjenigen Vorkehrungen aber, welche oben (§ 22) für die Gleiskreuzungen empfohlen sind, dürften sich jedoch die englischen Weichen ganz betriebssicher herstellen lassen.

Die in Rede stehende Construction hat wiederholt Veranlassung zu Verhandlungen in den Versammlungen der deutschen Eisenbahntechniker gegeben:

Die Münchener Techniker-Versammlung sprach sich über dieselbe in folgender Weise aus:

»Die Ansichten über die Eigenschaften der englischen Weichen sind durch deren bisherige Anwendung noch nicht zum Abschluss gebracht.

Ihre Nützlichkeit in Bezug auf Raumersparniss und Beschleunigung beim Rangirdienste erscheint unzweifelhaft, jedoch scheint ihre Anwendung noch mit einigen Unsicherheiten in Bezug auf das Ausgleisen bei gewissen Betriebsmanipulationen verknüpft«.

Eingehende Erhebungen über die englischen Weichen sind ferner gelegentlich der Hamburger Techniker-Versammlung angestellt (vergl. Organ 1871. p. 59), dieselben haben zu folgenden Resultaten geführt:

»Englische Weichen, welche mit einem Neigungsverhältniss von 1 : 11 oder mit einem grösseren construirt sind, können in Hauptgleisen mit Sicherheit nur in dem Falle angewendet werden, wenn Züge oder einzelne Wagen durch die Kreuzung gezogen werden; dieselben sind dagegen sowohl in Haupt- als in Nebengleisen in dem Falle, wenn über die Kreuzung rangirt wird, nicht vollständig betriebssicher.

Völlig betriebssichere englische Weichen, welche mit einem stumpferen als dem Neigungsverhältniss von 1 : 9 entsprechenden Winkel anzuordnen sein würden, lassen sich nicht construiren, da hierbei die Krümmung der Weichengleise zu stark ausfallen würde.

Als das zweckmässigste Neigungsverhältniss für englische Weichen (beim Rangiren immerhin nicht vollständig betriebssicher) wird von der Mehrzahl der Verwaltungen dasjenige von 1 : 10 angegeben«.

Die Düsseldorfer Techniker-Versammlung hat jedoch Folgendes erklärt:

»Die Anwendung von englischen Weichen ist wegen der durch dieselben erzielten bequemen Verbindungen in den Bahnhofsgleisen und wegen der gleichzeitigen Raumersparniss zu empfehlen.

Mittel, um die mangelnde Führung in den mittleren Kreuzungsstücken zu ersetzen, sind die Anwendung erhöhter Zwangschienen und die Fortführung der Spitze in den mittleren Kreuzungsstücken bis zum mathematischen Durchschneidungspunkte«.

Dem Vorstehenden entsprechend hat auch der § 66 der Grundzüge eine neue Fassung bekommen, welche oben § 6 bereits mitgetheilt ist.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass das Reichseisenbahnamt eine Erhebung über die fragliche Construction veranlasst hat, aus welcher u. A. hervorzugehen scheint, dass vielerorts für die Gleiskreuzungen der englischen Weichen der

Neigung 1 : 9 der Vorzug vor der Neigung 1 : 10 gegeben wird. Das Nähere hierüber findet man: Organ 1876, p. 185.[23])

§ 27. Sicherheitsvorkehrungen. — Es liegt in der Natur der Sache, dass alle Arten von Weichen den Keim zu Unglücksfällen in sich tragen. Man hat deshalb darauf Bedacht genommen, die bezeichneten Constructionen mit verschiedenen Sicherheitsvorkehrungen auszurüsten. Als solche, sowie als Sicherheitsmaassregeln sind, ausser den im Laufe der Besprechungen bereits erwähnten Anordnungen, namhaft zu machen:

1. Signalvorrichtungen. 2. Vorrichtungen zum Weichenverschluss. 3. Markirzeichen. 4. Angemessene Lage der Weichen. 5. Automatische Vorkehrungen zum Anpressen der Zungen an die Backen und Zwangschienen. 6. Stellung der Weichen und der Signalvorrichtungen von einem Centralpunkte aus. 7. Sorgfältige Unterhaltung und Bedienung der Weichen.

Von den aufgeführten Vorkehrungen sind hier die unter 1. bis 6. namhaft gemachten zu erörtern, die Signalvorrichtungen, deren specielle Besprechung im vierten Bande folgt, jedoch nur insofern, als die Bewegungsvorrichtung der Signale einen Einfluss auf das Spiel der Weichen ausübt.

Ueber die Unterhaltung und die Bedienung der Weichen ist das XVI. Capitel des vierten Bandes unseres Handbuchs zu vergleichen.

Die Signalvorrichtungen der Weichen, welche auf manchen Bahnen in überreichlicher Anzahl angebracht werden, während andere Verwaltungen dieselben nur in sehr beschränkter Weise verwenden, treten gewöhnlich in unmittelbarem Zusammenhange mit den Weichenböcken auf und bilden so zu sagen einen Theil derselben. Es handelt sich in der Regel darum, durch Vermittelung der Zugstange der Weiche, Scheiben und Laternen zu drehen oder Flügel in Bewegung zu setzen, um den Führer sowohl über die Stellung der Weiche, wie über guten Anschluss der Weichenzungen zu benachrichtigen.[24]) Durch dergleichen Vorkehrungen darf aber das sichere Spiel der Weichenzungen in keiner Weise beeinträchtigt werden. Es ist deshalb nicht ohne Bedenken, wenn man zur Bewegung der Signalvorrichtungen verzahnte Segmente, konische Räder oder überhaupt Vorkehrungen wählt, bei denen durch Staub, Schnee etc. namhafte Widerstände entstehen können. Eine der am meisten empfehlenswerthen Constructionen dürfte die bei dem österreichischen Südbahnnetze eingeführte sein (s. Fig. 30 und 31, Tafel XX). An der verlängerten Achse des Weichenhebels sitzt ein kleiner Stift a, die zur Seite des Weichenbocks aufgestellte Signalstange ist mit einer verstellbaren und mit einer Oese versehenen Hülse b ausgerüstet, in diese Oese greift der genannte Stift ein. Geringe Reibungswiderstände

---

[23]) Die älteste Mittheilung über die Gleiskreuzungsweiche dürfte in Ghega's Beschreibung der Baltimore-Ohio Bahn (p. 21) enthalten sein. Aus derselben ist zu entnehmen, dass die fragliche Anordnung bereits im Jahre 1842 bei amerikanischen Pferdebahnen zur Ausführung gekommen war und zwar unter Anwendung eines Neigungsverhältnisses der Kreuzungen von 1 : 2. Man legte hierbei Weichen mit einer Zunge ein, deren Spitze sich den äusseren Herzstücken der Gleiskreuzung gegenüber befindet. Der zwischen diesen Herzstücken liegende gekrümmte Strang ist durch eine Platte ersetzt, auf welcher die Spurkränze der Räder zum Auflaufen kommen.

[24]) Die Zeichnungen gaben Gelegenheit, auf Tafel XX folgende Signalvorrichtungen darzustellen: die Bender'sche Signalscheibe (Fig. 30 und 31), das Bender'sche Pfeilsignal (Fig. 27 bis 29), das Weichensignal der Preuss. Ostbahn (Fig. 40) und das Weichensignal der Kaiserin Elisabeth-Bahn (Fig. 23 bis 26). Die zuletzt genannte Anordnung hat den Vortheil, dass die Weichenlaterne zugleich für die Beleuchtung des Bahnhofs nutzbar gemacht wird.

und sichere Regulirung der Stellung des Signals zeichnen diese Vorrichtung aus. An englischen und französischen Weichensignalen, bei welchen man Flügel häufiger als drehbare Scheiben findet, wird die Bewegung in empfehlenswerther Weise durch einen kleinen Winkelhebel übertragen.

Die Vorrichtungen zum sogenannten Weichenverschluss sind hergestellt, theils um ein unbefugtes Verstellen isolirt liegender und selten gebrauchter Weichen (namentlich solcher in freier Bahn) zu verhüten, theils um den Entgleisungen entgegenzutreten, welche eine Folge der Verschiebungen der Weichenzungen während des Passirens der Fuhrwerke sind. Die technischen Vereinbarungen sagen über die Anwendung des Weichenverschlusses Folgendes: (Grundzüge § 177) **Ausweichungen, welche von ganzen Zügen gegen die Spitze befahren werden, sollen entweder unter specieller Aufsicht stehen oder verschlossen werden.** [25])

Die Verschlussvorrichtung hat dem Gegengewicht der Weichenböcke zu Hülfe zu kommen, um die normale Stellung der Weichen mit Sicherheit zu erhalten. Wenn dies geschehen soll, so muss durch die Vorrichtung die Zunge fest an die Backen gedrückt werden, es muss durch den Verschluss jeder Spielraum zwischen beiden vernichtet werden. Hiernach dürften die Vorrichtungen, bei denen der Verschluss unmittelbar mit der Zunge in Verbindung steht, den Vorzug verdienen vor anderen Constructionen, welche auf den Arm des Gegengewichts wirken. Zweckmässig scheint ein an die Zunge genieteter Bolzen zu sein, welcher durch die Backe hindurchtritt. Der Bolzen ist mit einem Splintloch versehen, der zugehörige Splint an ihm mit einem Kettchen befestigt (vergl. Fig. 17, Tafel XIX). Die Anbringung eines eigentlichen Schlosses scheint dem Verfasser, abgesehen von den Weichen in freier Bahn, nur Nebensache zu sein. Ein guter Verschluss muss rasch und sicher hergestellt und ebenso wieder beseitigt werden können. Es ist ein Uebelstand, dass eine verschlossene Weiche beim Auffahren stets Beschädigungen erleidet, die im günstigsten Falle in einer Sprengung des Verschlusses und in einem Verbiegen der Verbindungsstangen bestehen. Dagegen ist es ein nicht unwesentlicher Vortheil, dass man aus dem Vorhandensein des Verschlusses mit Sicherheit sehen kann, ob der Wärter seine Weiche nach ihrer letzten Benutzung gehörig revidirt hat.

Schraubenverschlüsse findet man beschrieben und abgebildet E. V. Z. 1862, p. 771 und 1863, p. 528, die Verschlussvorrichtung der Altona-Kieler Bahn in Fig. 32, 33 und 37, Tafel XX. Der Verschlussbolzen wirkt bei dieser Construction gegen den Weichenhebel und wird durch ein im Gestell des Weichenbocks angebrachtes Loch *a* (Fig. 37) gesteckt. Durch Einstecken des Schlüssels *b* (Fig. 32) treten die Sperrhaken *c* aus ihren Ansätzen, und der Verschlussbolzen kann leicht getrennt und herausgezogen werden. Man vergleiche übrigens hierzu den vierten Band unseres Handbuchs, XVI. Capitel, § 3.

Die Markirzeichen sind bekanntlich zwischen je zwei zusammenlaufenden Gleisen anzubringen, sie dienen zur Bezeichnung der Grenze, bis zu welcher in jedem Gleise Wagen vorgeschoben werden dürfen (vergl. § 67 der Grundzüge). Man benutzte hierzu früher die sog. Distanzpfähle. Dieselben beeinträchtigen jedoch die freie Bewegung der Beamten und Arbeiter auf den Bahnhöfen, so dass man es in

---

25) Früher war in den Sicherheits-Anordnungen noch folgende Bestimmung aufgenommen: »Weichen, welche nicht zu Bahnhöfen gehören, müssen, so lange sie nicht bewacht sind, verschlossen gehalten werden.« Diese Bestimmung ist jetzt in das Bahnpolizei-Reglement übergegangen.

neuerer Zeit vorzieht, die Grenzstellen durch Oelfarbenanstrich zu markiren, welcher an den äusseren Seitenflächen der Schienen angebracht wird. Man kann beispielsweise nach dem Herzstück zu etwa 1^{m} lange rothe und nach der entgegengesetzten Richtung hin weisse Streifen anbringen der Art, dass die Grenzen zwischen beiden Streifen die Stelle bezeichnen, woselbst die Gleise 3^{m},50 Mittenentfernung haben. Dies entspricht den Abmessungen des neuen Normalladeprofils (vgl. § 13 des II. Capitels dieses Bandes).

§ 28. Lage der Weichen in Hauptgleisen zweispuriger Bahnen. — Beschränkung der Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen. — Jede Ausweichung und jede Weichenverbindung kann in Hauptgleisen zweispuriger Bahnen entweder so eingelegt werden, dass Fuhrwerke, welche sich in der Hauptfahrrichtung bewegen, zuerst das Herzstück (s. Fig. 20, Tafel XXII) oder so, dass dieselben zuerst die Weiche passiren (s. Fig. 16, p. 427). In letzterem Falle sagt man, die Weiche wird gegen die Spitze befahren.

Den Eisenbahnzügen droht stets Gefahr, wenn sie eine Ausweichung gegen die Spitze befahren und zwar auf dreierlei Weise:

1. es kann die Weiche falsch gestellt sein, alsdann kommt der Zug auf das unrichtige Gleis, welches möglicher Weise von einem anderen Zuge oder von Wagen besetzt ist;

2. es kann der Anschluss der Spitze an die Backe mangelhaft sein, dann gerathen, sobald der Spielraum zwischen beiden ein gewisses Maass überschreitet, die Spitzen beider Weichenzungen zwischen die vorderen Räder der Locomotive und dieselbe entgleist;

3. es kann zu dem sub 2 genannten, nur in geringerem Maasse vorhandenen Mangel ein Verschieben der Zunge während des Passirens des Zuges hinzukommen (vergl. § 8 dieses Capitels), dann entgleisen mittlere Achsen desselben.

Der Fall sub 1 wird besonders gefährlich, wenn die Ausweichung auf ein todtlaufendes Gleis, auf eine Drehscheibe oder auf eine Schiebebühne mit versenktem Gleis führt, weshalb namentlich die gegen die Spitze befahrenen Weichen der fraglichen Art in Hauptgleisen zu vermeiden sind.

Es wird deshalb in den Grundzügen (§ 55) besonders hervorgehoben, dass auf Zwischenstationen möglichst wenig Weichen gegen die Spitze befahren werden sollen.

Ueberhaupt aber ist die Anzahl der Weichen in Hauptgleisen, besonders auch in Rücksicht auf ihre grossen Unterhaltungskosten, soweit als thunlich, zu verringern.

Das Princip, die Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen zu beschränken, ist an und für sich richtig, man geht aber zu weit, wenn man, wie es hier und da geschieht, eine vollständige Beseitigung derselben verlangt.

Ueberholungen von Zügen mit Hülfe von Weichen, die nicht gegen die Spitze befahren werden, haben auch ihre Gefahren: es geht Zeit und die Deckung des Zuges durch die Schwanzlaterne verloren. Ferner erschwert eine allzu scharfe Durchführung des genannten Princips auf grösseren Stationen den Rangirdienst in hohem Grade.

Ein angemessener Mittelweg dürfte sich bei Befolgung nachstehender Regeln ergeben:

1. Auf Beseitigung der gegen die Spitze befahrenen Weichen ist um so grösserer Werth zu legen, je frequenter eine Bahn, je grösser demnach die Anzahl der durchgehenden, auf kleineren Stationen nicht anhaltenden Züge ist.

2. Dergleichen Weichen sind in gekrümmten Hauptgleisen gefährlicher, als in geraden.

3. Auf kleinen Stationen frequenter Bahnen sind Weichen, die gegen die Spitze befahren werden, nur unter besonderen Umständen zuzulassen.

4. Auf Stationen mittlerer Grösse sind dergleichen Weichen zulässig, wenn sie zur Ueberholung von Zügen dienen.

5. Auf grösseren Stationen, auf Trennungsstationen u. s. w., woselbst alle Züge anhalten, sind die gegen die Spitze befahrenen Weichen in soweit zu vermeiden, als dies ohne erhebliche Nachtheile für den Betrieb, namentlich für den Rangirdienst geschehen kann.

Das Obige wird der Hauptsache nach bestätigt durch nachstehende Resolution der Düsseldorfer Techniker-Conferenz.

Derselben war die Frage vorgelegt:

»Welche Resultate bietet die bisherige Statistik, um die Grösse beider Gefahren: Befahren der Weichen gegen die Spitze, oder Zurücksetzen der Züge gegen einander abwägen zu können, event. welche statistischen Erhebungen sind in dieser Richtung weiterhin erforderlich«?

Diese Frage wurde folgendermaassen beantwortet:

»Soweit die theilweise sehr allgemein und unbestimmt gehaltenen Auslassungen der Verwaltungen, welche die Frage überhaupt beantwortet haben, eine präcise Folgerung zulassen, scheint man, bei frequenten Bahnen wenigstens, der Construction und Bedienung der Weichen mehr zu vertrauen, als der Signalisirung und dem Manöveriren zurückzusetzender Züge, das Befahren der Weichen gegen die Spitze also unter übrigens gleichen Umständen für sicherer zu halten, als das Zurücksetzen zu überholender Züge«.

Es ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass man aus naheliegenden Gründen niemals zwei Weichen unmittelbar bei einander einlegen darf, namentlich nicht, wenn beide nach derselben Seite des Hauptgleises ablenken. Zwischen den Backen zweier benachbarter Weichen muss mindestens eine Schienenlänge liegen. Dagegen hat es kein Bedenken, hinter dem Herzstück einer Ausweichung sogleich eine Weiche folgen zu lassen.

§ 29. Sonstige Sicherheitsvorkehrungen. — Für wichtige, gegen die Spitze befahrene Weichen, namentlich für die Einfahrtsweichen der Bahnhöfe, hat man in neuerer Zeit besondere Sicherheitsvorkehrungen construirt und giebt den mit denselben ausgerüsteten Weichen wohl den Namen Sicherheitsweichen. Es handelt sich hierbei erstens darum, durch einen automatischen Apparat unter allen Umständen einen genauen Anschluss der Weichenzungen an die Backen zu erzielen, man hat zweitens aber auch dafür zu sorgen, dass es unmöglich ist, eine Weiche umzustellen, während ein Zug dieselbe passirt. Eine gewisse Gefahr, dass letzteres geschieht, ist namentlich dann vorhanden, wenn die Weichen von einem entfernt liegenden Punkte aus bewegt werden (vergl. § 30), und es folgt weiter aus der zunehmenden Verwendung der centralen Signal- und Weichenstellung, dass auch die fraglichen Sicherheitsvorkehrungen in neuerer Zeit mehr und mehr in Aufnahme kommen. — Ueber die Einzelnheiten dieser Constructionen ist Folgendes zu bemerken:

Den ersten der oben genannten Zwecke erfüllen namentlich die Sicherheitsvorkehrung von Clemens und Paravicini und die modificirten Anordnungen der-

selben, welche auf den Bayerischen Ostbahnen üblich, bezw. von Hohenegger und Bobertag construirt sind.[26])

Die Vorrichtung von Clemens und Paravicini besteht aus einem vor der Weiche und an der Aussenseite einer Fahrschiene liegenden Pedal (auch wohl »Druckschiene« genannt), welches am vorderen Ende einen Drehpunkt hat und an der Schiene der Art befestigt ist, dass bei normaler Lage die Oberkante des Pedals mit der Oberkante der Fahrschiene zusammenfällt. An dem anderen Ende trägt dasselbe einen Keil mit nach unten gekehrter Schneide, ein anderer mit den Weichenzungen in Verbindung stehender Keil mit nach oben gekehrter Schneide ist so angeordnet, dass er sich unter dem erstgenannten seitlich verschiebt, wenn die Weichenzungen bewegt werden. Hierbei hebt sich das Pedal, dasselbe sinkt jedoch in seine normale Stellung zurück, sobald die Zungen richtig schliessen. Trifft nun ein Zug das Pedal gehoben und somit eine Zunge der Weiche nicht genau schliessend an, so bewirkt der auf das Pedal ausgeübte Raddruck sofort einen dichten Schluss der Zunge. — Die Weichenböcke bedürfen, bei Anwendung dieser Vorrichtung, keines Gegengewichts und gestalten sich demnach wie in Fig. 23 und 24, Taf. XX angegeben ist.

Fig. 18.

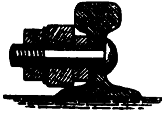
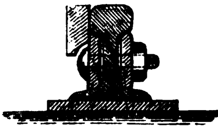


Fig. 19.



Die Construction Bobertag's ersetzt den unteren Theil der besprochenen Vorkehrung durch eine geeignet gelagerte Rolle. Wegen der Einzelnheiten ist die unten (Anm. 26) angegebene Quelle zu vergleichen.

Die auf den königl. Bayerischen Ostbahnen eingeführte Construction unterscheidet sich von der vorhergenannten dadurch, dass das Pedal eine grössere Länge (von etwa 2^m) hat und dass der Keil nicht unter demselben, sondern an der Seite angebracht ist.

Fig. 20.

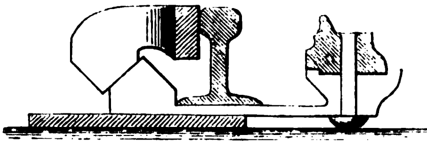
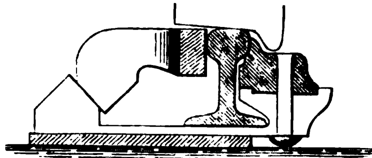


Fig. 21.



Das Weitere geht aus den nebenstehenden Holzschnitten hervor und zwar sind dargestellt

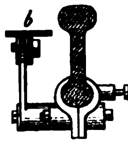
in Fig. 18 ein Schnitt durch den Drehpunkt des Pedals,

in Fig. 19 ein Schnitt durch die Mitte desselben,

in Fig. 20 und Fig. 21 Schnitte durch die Spitze der Weichenzungen, welche die beiden normalen Stellungen der beweglichen Theile des Apparats vorführen.

Wenn eine Umstellung der Weiche während des Passirens eines Zuges unmöglich gemacht werden soll, so muss das Pedal so weit verlängert werden, dass sich stets mindestens ein Wagenrad auf demselben befindet, ausserdem empfiehlt es sich, dasselbe an der Innenseite des Gleises anzubringen und es auf eine Anzahl schwingender Stützen zu lagern (siehe nebenstehenden Holzschnitt Fig. 22).

Fig. 22.



Diese Anordnungen findet man namentlich bei den Constructionen von Saxby und Farmer.[27])

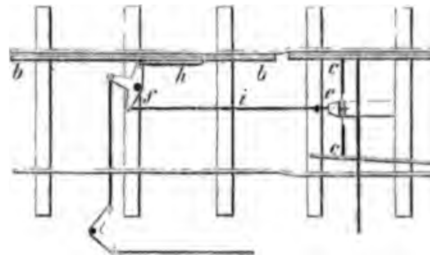
---

[26]) Man vergl. Organ 1872, Taf. XIV; Technische Blätter. 1873, p. 1 und Organ 1876, p. 198, auch Annales du génie civil 1872, p. 760 und Engineering. 1875, Aug., p. 162.

[27]) Man vergl. E. V. Z. 1867, p. 571. Organ 1868, p. 74, daselbst 1871, p. 202 und 1872 p. 118. Ferner: Engineering 1871, Aug., p. 88; Nouv. Annales de la constr. 1871, p. 104; Mech. Magaz. 1872, Jan., p. 34 und Ann. des ponts et chaussées 1876, Febr., p. 158.

Der Grundriss einer derselben ist durch nachstehenden Holzschnitt Fig. 23 dargestellt. Zur Erläuterung der Einzelnheiten ist u. A. zu bemerken, dass die Weichenzungen mit einer zweiten Verbindungsstange *cc* versehen sind, welche in der Mitte aus einem hochkantig gestellten Flacheisen besteht. In diesem Flacheisen sind zwei ovale Löcher in ca. 120mm Abstand von Mitte zu Mitte angebracht. Wenn die Zungen fest anliegen, greift ein in horizontaler Richtung beweglicher Riegel *e* in eins dieser Löcher ein. Bei dieser Stellung ist die Weiche zur Aufnahme eines Zuges bereit. Mit dem erwähnten Riegel steht nun durch Vermittelung des Gestänges *ifh* das auf schwingende Stützen gelagerte Pedal *bb* so in Verbindung, dass eine Veränderung in der Stellung der Weiche unmöglich ist, so lange sich Räder des Zuges über dem Pedale befinden. Auch bei dieser Construction wird ein fester Anschluss der Zungen an die Backen erzielt, weil der Riegel *e* nur dann in die Löcher der Verbindungsstange treten kann, wenn jener Anschluss vorhanden ist.

Fig. 23.



Die Construction von Saxby und Farmer wird auf den Braunschweigschen Bahnen mit Erfolg benutzt.

In untergeordneten Fällen, also beispielsweise auf secundären Bahnen, kann man die Gefahren, welche die gegen die Spitze befahrenen Weichen mit sich bringen, schon dadurch abschwächen, dass man vor die Weichen Zwangschienen einlegt. Dies ist namentlich in gekrümmten Gleisen zu empfehlen. In England findet man Zwangschienen in der vorhin erwähnten Weise nicht selten benutzt.[28]

§ 30. Centralisirung der Weichenzüge. — Wie gelegentlich der vorstehenden Besprechungen schon einige Gegenstände erörtert sind, welche Beziehungen zu der Gesammtanordnung der Gleise auf den Bahnhöfen haben, so ist nunmehr auf einen Punkt aufmerksam zu machen, welcher im Zusammenhange mit den im vierten Bande zu untersuchenden Signalvorrichtungen steht.

Man findet, namentlich auf deutschen Bahnhöfen, die Weichenböcke in der Regel isolirt und unmittelbar neben den Weichen aufgestellt. Es bedingt zwar in vielen Fällen die Bewegung einer Weiche auch die einer andern; schon bei der gewöhnlichen Weichenverbindung kann ein Wechsel der Fuhrwerke zwischen beiden parallelen Gleisen nur stattfinden, indem beide Weichen nach einander bewegt werden, nicht minder kommen bei den in den Figuren 26 und 30, Tafel XXI dargestellten Constructionen zur Zeit stets zwei Weichen in Thätigkeit. Man kann nun in den genannten und in manchen anderen Fällen, in denen mehrere Weichen solidarisch wirksam sind, die Bedienung derselben von einem Punkte aus beschaffen, indem man den Weichenbock in der Mitte zwischen ihnen aufstellt und Zugstangen mit Winkelzügen nach den verschiedenen Weichen führt. Man sieht indess in allen gewöhnlichen Fällen von einer derartigen Concentrirung der Weichenzüge mit Recht ab.

Unter Umständen kann aber diese Concentrirung der Weichenzüge ganz am Platze sein, so z. B. bei der englischen Weiche und bei der Gabelung einer zwei-

---

28) Man vergl. hierüber: Wochenblatt des Berliner Architekten-Vereins 1867, p. 262. Mechanische Vorkehrungen, welche dem Locomotivführer gestatten, eine unrichtig gestellte Weiche bei Annäherung an dieselbe umzustellen, sind, soweit dem Verfasser bekannt, nur in Vorschlag gebracht (Organ 1858, p. 192), aber nicht zur Ausführung gekommen.

gleisigen Bahn in zweigleisige Arme. In Fig. 16,, Tafel XXII ist dieser Fall dargestellt. Die normale Stellung der Weichen sei der Art, dass die Gleise *WO* und *W,O,* ohne Ziehen der Weichen befahren werden. Aldann droht den in der Richtung *N,O,* auf der Zweigbahn fahrenden Zügen grosse Gefahr, durch die auf der Hauptbahn in der Richtung *O W* fahrenden Züge. Diese Gefahr wird wesentlich verringert, wenn man eine solche Einrichtung trifft, dass die Weiche *B* gezogen werden muss, bevor die Weiche *A* gezogen werden kann. Wenn nach Bewegung der beiden Weichen ein Zug *N,O,* die Kreuzung passirt, während gleichzeitig ein Zug *O W* auf dieselbe zukommt, so wird der letztere zwar auf ein falsches Gleis gelenkt, es wird aber der Zusammenstoss beider Züge bei der Kreuzung vermieden.

Man wird deshalb die Weichenböcke *a* und *b* der Weichen *A* und *B* an ein und derselben Seite der Gleise aufstellen und den Weichenbock *a* mit irgend einer Verriegelung oder Verschlussvorrichtung versehen, welche durch die Bewegung des Hebels des Weichenbockes *b* beseitigt wird. Alsdann muss der Wärter erst die Weiche *B* stellen, bevor er die Weiche *A* ziehen kann.

In Verfolgung desselben Princips führt man namentlich in England die Züge einer grossen Anzahl von Weichen an einer Stelle zusammen und verlegt die Bewegungshebel auf eine erhöhte Platform, damit der Wärter die Bahn zu beiden Seiten seines Postens besser übersehen kann. Der lebhafte Verkehr, welcher auf den englischen Bahnen stattfindet, und sonstige Eigenthümlichkeiten des englischen Eisenbahnbetriebes sind Veranlassung gewesen, dass diese Einrichtungen sich in England viel früher ausgebildet haben als bei uns, woselbst man denselben erst in neuerer Zeit grössere Aufmerksamkeit zuwendet.

Die erwähnten Anordnungen werden indess erst vollständig durch das Hinzutreten von Signalvorrichtungen, deren Züge in solidarische Verbindung mit den Weichenzügen treten. Es ist somit hier nicht der Ort, auf die Einzelnheiten der Verschlussvorrichtungen näher einzugehen und ist in dieser Beziehung auf § 25 und 26 im II. Capitel des vierten Bandes unseres Handbuchs zu verweisen. Bemerkt muss aber werden, dass es zur Sicherung der Bahnzüge in den fraglichen und in verwandten Fällen schon wesentlich beiträgt, wenn man die Weichen, welche nach gefährlichen Stellen führen, thunlichst nahe bei einander legt und die Anzahl der Wärter, welche dieselben bedienen, so viel wie möglich beschränkt.

§ 31. Kosten. — Die Anschaffungskosten der Ausweichungen sind in Folge der Constructions-Vervollkommnung ungemein gestiegen und auch dadurch erhöht, dass die Weichen jetzt ausschliesslich aus Stahlschienen angefertigt werden. Die letztere Kostenerhöhung liegt in der theuern Bearbeitung des Stahles, denn der Preis der Schienen selbst ist, Dank der Entwickelung der Stahlprocesse, nicht höher als der von Eisenschienen. — Dagegen hat sich gezeigt, dass die Einführung der neueren Constructionen, trotz der höheren Anschaffungskosten, vortheilhaft gewesen ist. Hierüber enthält das Organ 1866, p. 169 einen beachtenswerthen Nachweis aus den Erfahrungen der k. k. Ferdinands-Nordbahn, aus welchem hervorgeht, dass nicht allein die Massen der auszuwechselnden Theile, sondern auch die für dieselben aufzuwendenden Kosten durch Einführung des Stahles bei den Ausweichungen erheblich abgenommen haben und zwar in den Jahren von 1859—1866 von 9,8% bis auf 3,1%.

Bei der Berechnung der Kosten für die Ausweichungen hat man, wie bei allen Kostenberechnungen, in verschiedener Weise zu verfahren, je nachdem es sich um generelle oder specielle Kostenanschläge handelt. Im ersteren Falle genügt nicht selten die Auswerfung eines Procentsatzes der Kosten für die durchlaufenden Gleise, in

welchem nicht allein die Kosten für die Weichen, sondern überhaupt die Kosten des Oberbaues der Stationen einbegriffen sind. — Will man etwas mehr in das Detail eingehen und sind, was im Allgemeinen zu empfehlen ist, schon gelegentlich der generellen Vorarbeiten die Pläne der Stationen in ihren Grundzügen bearbeitet, so kann man die Ausweichungen veranschlagen, indem man für jede derselben einen Zuschlag zu den Kosten der Gleisanlagen macht, in welchem die Mehrkosten der Constructionstheile der Ausweichungen, in Vergleich mit gewöhnlichem Oberbau, enthalten sind. Dergleichen Ansätze lassen sich aus nachstehenden Angaben ableiten, besser aber ist es, wenn sie sich auf directe, bei ausgeführten benachbarten Bahnen gemachte Erfahrungen stützen.

Bei speciellen Veranschlagungen und Abrechnungen sollte die Berechnung der Ausweichungen auf Grund detaillirter Zeichnungen mit Schieneneintheilung geschehen. Man wird dabei die Ausweichungen bis zu den Stellen in Rechnung ziehen, an welchen die Weichenschwellen aufhören, weil von hier an gewöhnlicher Oberbau zur Berechnung kommt.

Ueber die Kosten der einzelnen Theile der Ausweichungen liegen folgende ältere Notizen vor.

a. Weichen und Weichenböcke.

Die Werkstätten der Hannoverschen Bahnen lieferten (1864) eine Weiche mit $16^1/_2{}'$ engl. ($5^m,05$) langen Gussstahlzungen von viereckigem Profil und 18′ engl. ($5^m,5$) langen Backen, 75 Pfd. pro Meter schwer, ohne Weichenbock zu 160 Thlr. (480 Mk.), ferner Weichen derselben Dimensionen und 72 Pfd. pro Meter schweren Schienen aus Puddelstahl zu 145 Thlr. (435 Mk.).

Die zugehörigen Weichenböcke mit Signalvorrichtung und Umlegegewicht kosteten 25 Thlr., die Signallaterne ausserdem 3 Thlr.

Die neueren Weichen des Oesterreichischen Südbahnnetzes mit 18′ österr. ($5^m,7$) langen Backen, einer 16′ ($5^m,06$) und einer 14′ ($4^m,45$) langen Zunge wiegen (nach Paulus, »Der Eisenbahn-Oberbau«) mit Weichenbock 32,6 Centner und kosteten in den sechziger Jahren (die Weichenzungen aus Bessemerstahl, die Backen mit Köpfen aus demselben Material) in der Werkstätte der Gesellschaft zu Graz 418 bis 450 fl. österr. (830 bis 900 Mk.)

b. Herzstücke.

Gruson in Buckau-Magdeburg lieferte (1868) fr. Station Buckau Gleistheile aus Hartguss, als Herzstücke, einfache und englische Kreuzungsstücke, Zwangschienen u. s. w. pro 1000 Pfd. zu 46 Thlr. (138 Mk.)

Ueber die Gewichte der Hartgussherzstücke enthält die E. V. Z. 1853, p. 538 eine Angabe. Dieselben betrugen damals je nach der Neigung der Stücke etwa 900 bis 1500 Pfund, sie sind aber zu sehr von der Schienenhöhe und den Einzelnheiten der Construction abhängig, als dass sich allgemeine Angaben darüber machen liessen. In neuerer Zeit hat man dieselben unbeschadet der Solidität der Herzstücke wesentlich ermässigt.

Die Hannoverschen Werkstätten lieferten (1863) Schienenherzstücke aus Puddelstahlschienen, ca. $3^m,5$ lang, Neigung 1 : 12 zu 80 Thlr., bei einem Preise von 5 Thlr. 15 Sgr. (16,5 Mk.) der 72 Pfd. pro Meter schweren Schienen.

Die $2^m,34$ langen Herzstücke der Oesterreichischen Südbahngesellschaft, welche für die Brenner-Bahn verwandt sind, wurden in den Werkstätten der Gesellschaft zu Graz in den Jahren 1866 und 1867 ganz aus Bessemerstahl hergestellt und kosteten:

bei einer Neigung von	einem Gewicht Pfund	Oesterreichische Gulden	Mark
4° 54′	740	85	170
5° 25′	686	80	160
6° 14′	648	75	150

Die Schalengussherzstücke von Ganz in Ofen kosteten 1867 franco Ofen bei den angegebenen Neigungen

100 bis 112 fl. (200 bis 224 Mk.) bei einem Gewicht von 933 bis 1115 Pfd. Doppelherzstücke aus Schalenguss, 1512 Pfd. schwer, lieferte derselbe zu 210 fl. (420 Mk.). Rechtwinklige Gleiskreuzungen von Bessemerstahlschienen, d. h. eine für ein Gleis dienende Gruppe im Gewicht von 45 Centner kosteten loco Graz 460 fl. (920 Mk.).

Endlich sind hier noch zu erwähnen: eine Zusammenstellung über die Kosten der Herzstücke verschiedener Construction, welche auf der Preussischen Ostbahn verwendet sind (Organ 1856, p. 67) und eine Mittheilung über die Kosten der auf der Sächsisch-östlichen Staatsbahn verwendeten Gussstahl- und Gussstahlspitzen-Herzstücke (Organ 1869, p. 51).

c. Weichenschwellen und Arbeitslohn für Legen der Weichen.

Weichenschwellen (14,6 × 29,5^{cm} stark) haben im Magazin der Hannoverschen Bahnen bei einem Preise von 4 Mk. der 2^{m},34 langen gewöhnlichen Bahnschwellen in den Jahren 1864 und 1865 1,71 Mk. bis 1,88 Mk. pro lauf. Meter gekostet, die Kosten für Präpariren der Schwellen mit Zinkchlorid einbegriffen.

Für Verlegen der Weichen und Herzstücke sind auf den neueren Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft 24 bis 29 fl. (48 bis 58 Mk.) und resp 8 bis 10 fl. (16 bis 20 Mk.) bezahlt.

d. Verschiedenes.

Gruson in Buckau-Magdeburg lieferte (1868) franco Station Buckau:

Einfache Weichen incl. Herzstück 1 : 10 und Weichenbock mit Signalvorrichtung, aber excl. Zwangschienen, welche pro Stück, ohne Material, auf 2 Thlr. veranschlagt werden können:
- mit 4^{m},1 langen gehobelten Puddelstahlzungen (Hutprofil) zu 624 Mk.,
- mit ebensolangen gewalzten schmiedeeisernen T-förmigen Zungen zu 468 Mk.,
- mit 5^{m},68 langen Zungen, wie vorhin, zu 525 Mk.

Eine complete englische Durchkreuzung, bestehend aus vier einfachen Weichen mit Puddelstahlzungen und zwei englischen Durchkreuzungsstücken zu 2676 Mk.

Englische Durchkreuzungen, bestehend aus vier einfachen Schleppweichen und zwei Kreuzungsstücken:
- mit schmiedeeisernen Laufschienen zu 3543 Mk.
- mit Laufschienen aus Puddelstahl zu 3960 Mk.

Englische Weichen mit beweglichen Spitzen kosteten 1872 incl. Weichenschwellen, Bewegungsapparaten und Verlegen bei der Ausführung der Oesterr. Nordwestbahn 4725 fl. (9450 Mk.).

Bei der Benutzung vorstehender Notizen muss der zeitige Stand der Eisenpreise berücksichtigt werden und sind namentlich aus diesem Grunde die Jahre, in denen die namhaft gemachten Preise bezahlt wurden, soweit thunlich, angegeben.

Literatur.

Eine Anzahl kleinerer Aufsätze und Notizen über Weichenconstructionen sind im Laufe der Besprechung derselben bereits namhaft gemacht. Wir haben somit am Schluss dieses Capitels nur eine Uebersicht über die grösseren Arbeiten zu geben, die den genannten Gegenstand betreffen.

Werke, welche ausschliesslich die Ausweichungen und namentlich die bei denselben vorkommenden Rechnungen behandeln, sind:

Nell und Kaufmann, Lehre von den Eisenbahncurven und Ausweichungen. (2. Aufl.) Stuttgart. 1862. C. Mäcken.

Baugut, B. J., Anleitung zum Legen der Bahnhofsgleise. Brünn. Buschak und Irrgang.

Schiele, L., Theorie der Ausweichgleise. Leipzig. 1860.

Ernst und Gottsleben, Handbuch für Gleiseanlagen. Wien. 1871. Lehmann und Wentzel.

Leuschner, Berechnung von Bahnhofsgleisen. Wien. 1873. Lehmann und Wentzel.

*Pinzger, Die geometrische Construction von Weichenanlagen. Aachen. 1873. J. A. Mayer.

Kopka, Die geometrische Construction der Weichenanlagen. Halle. 1876. Knapp.

Man vergleiche ferner:

*Goschler, Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. II. Band.

*Couche, Voie, Matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris. Dunod. I. Band.

*Paulus, Der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. Südbahn-Gesellschaft bis zum Jahre 1867. 2. Aufl. Wien. Lehmann und Wentzel.

*Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. Zweites Heft. Weichen und Kreuzungen. Prag. 1869. 2. Aufl. 1872.

und von den zum Theil schon citirten grösseren Aufsätzen und Instructionen:

Bayrische Instruction, betreffend das Legen von Weichen. Eisenb.-Zeitung 1847, p. 91.

Anweisung zur Herstellung der Ausweichungen auf den hannov. Eisenbahnen. Daselbst 1857, p. 104.

Anweisung zur Construction der Weichen auf den braunschweigischen Eisenbahnen. Organ 1858, p. 248.

Ueber Anlage von Gleisen und Gleisverbindungen auf Bahnhöfen. Daselbst 1859, p. 174.

*Die Verbindung der Gleise durch Weichen mit besonderer Rücksicht auf Anwendung einer einheitlichen Weiche. Zeitschr. für Bauw. 1859, p. 375.

*Construction der Weichen und Gleiskreuzungen auf der Köln-Mindener Bahn. Vom Baumeister Abresch. Organ 1871, p. 173.

Hohenegger, Die Weichen und Kreuzungen der österr. Nordwestbahn. Zeitschr. des österr. Ingen.- und Arch.-Vereins 1872, p. 247.

Die neuen Weichen der Schweizerischen Nordostbahn; »Die Eisenbahn« 1876. Febr., p. 61.

Bazika, Einiges über Wechsellegung; Mitth. des Arch.- und Ing.-Ver. für Böhmen. 1872, p. 1 und 87.

Weichen mit ganz eisernem Oberbau, ausgeführt von Gebrüder Lüttgens in Burbach für die Saarbrücker und Trier-Luxemburger Eisenbahn in Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd. 2. Liefg.

X. Capitel.

Uebergangswerke (Bahnübergänge im Niveau, Verschlussvorrichtungen). Abtheilungszeichen. Einfriedigungen der Bahnlinie.

Bearbeitet von

Edm. Heusinger von Waldegg,
Oberingenieur in Hannover.

In 4. Auflage bearbeitet von

Georg Osthoff,
Civilingenieur und Assistent der Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum zu Hannover.

(Hierzu die Tafeln XXIII bis XXVIII.)

§ 1. Allgemeines. — Bei der Anlage einer Eisenbahn werden oft Chausseen, Strassen, Feld- und Fusswege, sowie grössere Feldflächen von dieser durchschnitten, deren Communikation nicht unterbrochen werden kann. Es liegt nun den Bahnverwaltungen ob, Mittel und Wege zu schaffen, diese Störung zu beseitigen, Bauten auszuführen, welche die Passage trotz der Bahnanlage ermöglichen.

Die neben einer Bahn liegenden Ländereien, Wege etc. werden in Bezug auf das Bahnplanum entweder in gleichem Niveau, oder höher oder tiefer liegen. Man wird nun im Allgemeinen je nach der Ausführbarkeit, den Kosten oder den Betriebsrücksichten bei Anlage der Bauten für Wiederherstellung der Communikation sich entschliessen, diese letztere im Niveau, oder über, oder unter der Bahn wegzuführen. Die hieraus resultirenden Bauwerke sind:

I. Wegübergänge, d. h. Wegkreuzungen im Niveau der Bahn,
II. Wegbrücken, d. h. Brücken für Wege über der Bahn,
III. Brückthore, d. h. Brücken für Wege unter der Bahn,

von welchen die beiden letzteren in die Kunstbauten gehören und im folgenden Capitel behandelt werden.

Obgleich die Wegübergänge im Allgemeinen billiger herzustellen sind, als die Wegbrücken und Brückthore, da sie nur die Anschüttung eines Dammes oder die Abgrabung eines Einschnittes, sowie die Herstellung einer Abschlussvorrichtung verlangen werden, so gestattet es, besonders bei frequenten Bahnen, die Betriebssicherheit nicht, jede Durchschneidung einer bestehenden Communikation als Wegübergang wieder herzustellen, sondern sie zwingt dazu, entweder zu den beiden anderen Mitteln, zur Erbauung von Wegbrücken oder Brückthoren zu greifen, oder mehrere durchschnittene Wege mit Einem Wegübergange zu verbinden und sie gemeinschaftlich über die Bahn zu führen. Eine solche Zusammenziehung verschiedener Wege findet auch oft, der

Kostenersparniss wegen, da statt, wo die Ausführung von Wegbrücken oder Brückthoren geboten erscheint. Auf diese Weise entstehen Weganlagen, welche neben der Bahn laufen und deshalb Parallelwege genannt werden.

Wenn nun auch der Bahnverwaltung die Ausführung und Unterhaltung aller dieser Anlagen naturgemäss obliegt, so bestimmt doch gewöhnlich das Gesetz, dass sie sich von der Unterhaltung aller neuangelegten Wege, welche ausserhalb des eigentlichen Bahnkörpers liegen, gegen eine angemessene Geldentschädigung für Unterhaltung der Anlagen und für die Unkosten, welche den Betreffenden durch Verlängerung der Wege und daraus entspringenden Zeitverlusten erwachsen, frei machen und dieselben dem Staate, den Gemeinden oder den Privaten aufbürden kann.

Ist von einem Wege, welcher im Grossen und Ganzen nur an Einer Seite der Bahnanlage liegt, durch diese ein Stück abgeschnitten, so erfordert die Wiederherstellung der Verbindung beider todtlaufenden Wege-Enden die Neuanlage eines Wegestücks, welches man mit dem Namen Wegverlegung belegt. Die Unterhaltung solcher Wegverlegungen kann unter denselben Bedingungen, wie eben beschrieben, von den Eisenbahnverwaltungen abgelöst werden.

Schliesslich erfordert eine Bahnanlage noch die Herstellung von Strassen und Wegen für die Vermittelung der Communikation zu den Bahnhöfen und Haltestellen. Diese Anlagen werden als Bahnhofszufahrtsstrassen bezeichnet, und müssen wohl fast immer von den Bahnverwaltungen ausgeführt und unterhalten werden.

§ 2. Zugänge zu den Wegübergängen. — Wege, welche die Bahn an Stellen durchkreuzen, wo weder ein hoher Damm noch ein tiefer Einschnitt sich befindet, welche also an diesen Punkten nicht mittelst Brückthore oder Wegbrücken durch die Bahn geleitet werden können, müssen im Niveau der Bahn über dieselbe geführt werden. Diese Wege sind alsdann durch Anlegung von Damm- oder Einschnitts-Rampen zu diesem Niveau hinauf- resp. hinabzuleiten, an der Uebergangsstelle in der Höhe des Schienenkopfs zu pflastern oder auf andere Weise zu befestigen, und bei Annäherung der Züge auf beiden Bahnseiten abzusperren.

Bei Hauptbahnen, auf welchen Schnellzüge verkehren und die Anzahl der Züge eine grosse ist, vermeidet man soviel als möglich die Niveauübergänge, da dieselben den Strassenverkehr bedeutend hemmen und eine besondere, kostspielige Bewachung erfordern, welche im Verein mit der Betriebsunsicherheit der Bahn die Anlage von Wegbrücken oder Brückthoren höchst wünschenswerth machen, ja oft dringend gebieten. Um so frequenter der Verkehr der Strasse und der Bahn ist, um so weniger ist die Anlage eines Wegüberganges zu empfehlen. — Bei Nebenbahnen oder Secundärbahnen dagegen, auf welchen wenig Züge verkehren und langsam gefahren wird, ist die Störung des Strassenverkehrs und die Bahnbetriebs-Unsicherheit in Folge der Anlage von Wegübergängen keine erhebliche, und man vermeidet bei diesen Bahnen, wo Ein Bahnwärter oftmals mehrere derselben besorgen kann, und die theure Ueberwachung erheblich reducirt wird, die kostspieligen Bauten der Wegbrücken und Brückthore, wo es immer angeht.

Die Herstellung eines Niveauüberganges umfasst gewöhnlich

a. die Ausführung der Rampen und deren Einfriedigung,

b. die Herstellung der Rampencanäle,

c. die Abänderung des Oberbaues in der Breite der Fahrbahn,

d. die Ausführung der Pflasterung, Chaussirung oder Verkiesung des Uebergangs und seiner Zugänge,

e. die Herstellung der beweglichen Verschlussvorrichtungen, welche den Fuhr-

werken, Reitern und Fussgängern das Passiren des Wegübergangs nur in den Zeiten gestatten, wo es ohne Gefahr geschehen kann und

f. in vielen Fällen die Aufstellung einer Wärterhütte, oder die Erbauung eines Wärterhauses.

Die Breiten der Rampen für die einfachsten Fusswege bis zu den frequentesten Chausseen in der Nähe grosser Städte können von 1^m bis 12^m variiren und die Ansteigungen bis 1 : 8 zunehmen.

Um nicht eine zu grosse Verschiedenheit in den Rampen-Breiten und den damit in Verbindung stehenden Einrichtungen am Oberbau, an den Barrièren etc. zu erhalten, nimmt man die Breiten der Rampen in der Regel zu 1, 2, 3, 5, 7, 9 oder 12 Meter an. Diesen Breiten sind als Raum für die Einfriedigung an jeder Seite $0^m,5$ hinzuzurechnen.

In flachen Gegenden soll die Steigung der Rampen bei Chausseen 1 : 30 und bei Haupt-Communalwegen 1 : 20 nicht überschreiten, wogegen in bergigen Gegenden dies Verhältniss bis 1 : 15, in Ausnahmefällen bis 1 : 10, ja bis 1 : 8 wachsen kann.[1])

Die Rampen geringerer Wege, wie Feld- und Waldwege, führt man in ebenen Gegenden mit Steigungen bis 1 : 20, in Hügel- und Gebirgsländern mit solchen bis 1 : 7 aus, welch letztere wohl als Maximal-Steigung für Fuhrwerke überhaupt zu betrachten ist.

Die Richtung der Rampen hängt meist von der Lage des alten Weges ab und ist dieser Lage entsprechend anzunehmen. Nur wenn der alte Weg an der Stelle der Bahn eine sehr starke Krümmung macht, oder wenn die Bahn von dem Wege unter einem sehr spitzen Winkel durchschnitten wird, oder endlich, wenn durch eine Verlegung günstigere Terrain-Verhältnisse zu erreichen, oder sehr kostspielige Grunderwerbungen zu vermeiden sind, wird von der alten Richtung des Weges abgewichen.

Eine möglichst rechtwinkelige Durchkreuzung ist wünschenswerth, jedoch sind Durchkreuzungen unter einem Winkel von 30° noch zulässig.[2])

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben in dieser Beziehung vor: I. § 38. **Der Winkel, unter welchem die Uebergänge im Niveau der Bahn die Gleise durchkreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.**

---

[1]) Auf der Muldenthalbahn (Glauchau-Wurzen) in Sachsen kommen zwischen Penig und Rochsburg Niveau-Uebergangs-Rampen von Dorfstrassen und Waldwegen mit Steigungen 1 : 7,5 und 1 : 8 vor, die nicht flacher anzulegen waren. Die bestehenden Wege besassen an der Uebergangsstelle vor Anlegung der Bahn theilweise noch stärkere Steigungsverhältnisse

Je nach der Stärke des Verkehrs und den Kosten der Strasse schwankt die vortheilhafteste Ansteigung

im Flachlande zwischen $^1/_{40}$ und $^1/_{50}$
im Hügellande - $^1/_{30}$ - $^1/_{40}$
im Berglande - $^1/_{20}$ - $^1/_{30}$

(siehe den interessanten Aufsatz von Launhardt, Zeitschrift des Ing.- und Arch.-Ver. 1867. Bd. XIII. p. 198: Bestimmung der zweckmässigsten Steigungsverhältnisse der Chausseen).

[2]) Es sind jedoch auch schon öfters Wegübergänge unter sehr spitzen Winkeln ohne erhebliche Nachtheile ausgeführt; so theilt Oberingenieur Wolheim in Kiel, im Organ 1867, p. 200 mit, dass die Chaussee von Kiel nach Lübeck die ostholsteinische Bahn in der Nähe der Haltestelle Raistorf einmal unter einem Winkel von 19° und hierauf sogar unter 9° schneidet. Dies geschah auf besonderen Wunsch der Chausseeverwaltung, um die Verlegungen der geraden Chaussee zu vermeiden. Es sollen sich nach 3jährigem Betriebe für den Wagenverkehr durchaus keine Unzuträglichkeiten herausgestellt haben, wenn nur das Pflaster der Ueberfahrt stets in gutem und vollkommen horizontalem Zustande erhalten wird. Für den Eisenbahnverkehr liegt freilich die Unannehmlichkeit vor, dass der Wagenverkehr eine längere Strecke — im vorliegenden Falle etwa

Gewöhnlich behalten sich die Staatsbehörden das Recht vor, in jedem besonderen Falle die Richtung, welche ein zu verlegender Weg nehmen soll, sowie dessen Breite, das Steigungs-Maximum der Rampen und das Minimum der Curven-Radien der Zugänge zu bestimmen.

Rampen für Fusswege und Schiebkarrenwege werden bei höheren Dämmen oder tieferen Durchstichen mit Vortheil parallel zur Bahn an den Böschungen derselben hinauf gelegt, weil die Rampen auf diese Weise erheblich weniger an Terrain und Erdarbeiten erfordern. Vergl. Fig. 5 auf Tafel XXVI.

Durchschneidet der im Niveau über die Bahn zu führende Weg diese letztere unter einem spitzen Winkel, so erscheint es oft in Rücksicht auf die Verbesserung der Steigungs-Verhältnisse und geringeren Kosten der Rampencanäle, welche kürzer und gerader werden, wünschenswerth, den Wegübergang mittelst Anwendung von Contrecurven in den Rampen normal über die Bahn zu führen. Dieses Mittel wird hauptsächlich bei Feldwegen angewendet (s. Fig. 2, Tafel XXVI).

Um für die Rampen tiefe Einschnitte und hohe Dämme zu vermeiden und die Neigungsverhältnisse zu verbessern, wird man den Weg verlegen und ihn an der Stelle, wo sich Damm und Einschnitt trennen, normal über die Bahn führen (Fig. 3, Tafel XXVI), oder man wird den Wegübergang an einen Punkt verlegen, wo der Damm oder Einschnitt niedriger ist, den Weg dann parallel der Bahn von seiner Durchschneidungsstelle bis zu diesem Punkte hinführen und ihn mit dem Uebergange durch Curven mit möglichst grossem Radius verbinden (Fig. 8, Tafel XXVI).

Der Radius der anzuwendenden Curven richtet sich nach dem Zwecke, dem der Weg dient. Im Allgemeinen wird der Minimal-Curven-Radius

für landwirthschaftliche Wege 15^{m}
- Communal-Wege . . . 25^{m}
- forstwirthschaftliche Wege 30^{m} sein.

Die Breite dieser Wege wird in den Curven vergrössert werden müssen, und richtet sich dies 1) nach der Wegbreite, 2) nach dem Curvenradius, 3) nach der Länge der auf dem Wege verkehrenden Wagen und 4) darnach, ob die Wege mit Bäumen bepflanzt sind oder nicht. Vorzüglich ist ein mit Bäumen besetzter Weg dem Transporte von Langholz in den Curven höchst hinderlich. Die Breite in den Curven wird sich etwa folgendermaassen ausdrücken lassen:

	Curven-Radius in Metern.	Breite des Wegs in der Geraden in Metern.	Breite des Wegs zwischen den Einfriedigungen oder den Bäumen in den Curven in Metern			
			ohne Langholzwagen		mit Langholzwagen	
			unbepflanzt.	bepflanzt.	unbepflanzt.	bepflanzt.
Landwirthschaftliche Wege	15	3	4,0	4,5	—	—
		4	4,5	5,0	—	—
Communal-Wege	25	5	5,5	6,0	6,5	7,0
		6	6,0	6,5	6,5	7,0
Forstwirthschaftliche Wege	30	3 u. 4	—	—	6,0	7,5

45^{m} — auf dem Bahnplanum sich bewegt. Dieser Uebelstand dürfte jedoch leicht durch das Angenehme ausgeglichen sein, Wegeverlegungen zu vermeiden, und den ankommenden Wagen eine freiere Aussicht nach den Bahnbarrièren zu verschaffen, als dies der Fall ist, wenn der Weg mit Contrecurven auf die Bahn stösst.

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen § 39:

Bei Chausseen ist der Wegübergang in einer solchen Länge nahezu horizontal anzulegen, dass die Fuhrwerke fast horizontal stehen, bevor die Zugthiere an der Deichsel die Schienen erreichen.

Es müssen daher bei dem schiefen Weg-Uebergange (Fig. 6, Tafel XXVI) die beiden Dreiecke *abc* sowohl als die zwischen den Linien *ac* und den Schienen liegenden Wegstücke nahezu horizontal angelegt werden, und darf die Rampen-Neigung erst bei den Linien *ab* beginnen. Die Entfernung der Punkte *a* von den Schienen muss demnach mindestens 6^m, wenn möglich aber so viel betragen, dass ein bespanntes Fuhrwerk mit den hinteren Rädern noch auf der Horizontalen steht, wenn die Köpfe der Zugthiere die geschlossene Barrière erreicht haben. Diese Entfernung dürfte sich zu mindestens 10^m von der Barrière, oder zu 12^m von den Schienen, resp. zu $12^m,5$ von der Gleisachse ergeben, doch giebt man letzterer Entfernung gern das Maass von 20 bis 25^m, um zu verhindern, dass die Pferde zu nahe an der Barrière stehen, vom vorüberfahrenden Zuge erschreckt werden, sich rückwärts drängen und ein Herabrollen des Wagens auf dem abschüssigen Wege verursachen.

Wenn eine Strasse bereits das Maximal-Gefälle besitzt, so müssen deren Rampen, um im Niveau über den Damm zu kommen, eine grössere Länge erhalten, als der veränderte Strassentheil vorher besass (Fig. 1, Tafel XXVI). Dasselbe findet natürlich statt, wenn an der Stelle des Bahnübergangs ein Einschnitt sich befindet.

Auch bei Einschnitts-Rampen und hier vielleicht in erster Linie, wird man vor den Barrièren eine horizontale Ebene herstellen müssen, auf welcher die Fuhrwerke stehen bleiben und das Passiren des Zuges abwarten können, da ein Halten auf einer stark geneigten Ebene mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Je besser der Weg befestigt ist, um so nothwendiger ist die Herstellung einer solchen Horizontalen.

Einschnittsrampen haben Dammrampen gegenüber den Nachtheil, dass sie sehr leicht dem Verschneien ausgesetzt sind, und dass die Wasserabführung derselben, hauptsächlich wenn sie von grösseren Gräben begrenzt werden, häufig mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Das Schnee- und Tage-Wasser wird in diesem Falle gegen die Bahn geführt und muss parallel derselben bis zu einem tieferen Punkte, der mit einem natürlichen Wasserlauf in Verbindung steht, fortgeleitet werden.

Oftmals ist es gestattet, die Breite des Wegübergangs geringer anzulegen, als die Wegbreite der Rampen, da auf der verhältnissmässig geringen Länge des Wegübergangs ein Begegnen zweier Fuhrwerke vermieden, und die Länge der Barrièren nicht unerheblich reducirt werden kann. Ist ferner erwiesen, dass durch Anlage der Bahn oder aus anderen Ursachen die Breite des bestehenden Wegs dem Verkehre gegenüber eine unnöthig grosse ist, so wird man den Wegübergang in geringerer Breite als den alten Weg anlegen und die Rampen dann von dem Einlauf in diesen bis zum Uebergang allmählich schmäler werden lassen (Fig. 4, Tafel XXVI).

Auf französischen Bahnen hat man an einigen sehr wichtigen Wegübergängen, auf welchen die Frequenz sehr bedeutend ist und die zahlreichen Züge der Bahn das häufige Abschliessen der Barrièren nöthig machen, zuweilen für den Gebrauch von Fussgängern, Reitern und selbst von leichten Fuhrwerken neben dem Niveauübergange noch einen schmalen Hülfsweg oder ein kleines Brückthor unter der Bahn, welches mit kleinen Zugangsrampen, die nach dem Wegübergange auslaufen, versehen ist, angelegt.[3]

[3] Siehe Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Tome I, p. 72.

Aehnlich dieser Anordnung sind auf den Hannoverschen Bahnen in den grösseren Städten Fussgänger-Brücken über die Gleise erbaut und dieselben durch Treppen mit den Strassen zugängig gemacht. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Kosten einer solchen Anlage zu der Benutzung durch Menschen in dem ungünstigsten Verhältnisse standen, und ist daher von einer häufigen Anwendung dieser Anordnung Abstand genommen.

§ 3. Rampen-Canäle.[4]) — Um dem in den Seitengräben der Bahn sich ansammelnden Tage- oder Quellwasser den erforderlichen Abfluss nach den die Bahn kreuzenden und überbrückten Flüssen, Bächen und Gräben zu verschaffen, ist solches häufig durch die Rampen der Wegübergänge hindurch zu führen und sind dazu Canäle anzulegen. Zur thunlichsten Beschränkung der Kosten für solche Rampen-Canäle muss schon bei Projectirung der Graben-Gefälle in dem Längen-Profile Rücksicht auf die Niveauübergänge genommen und, wenn es ohne sonstige Nachtheile angeht, der Scheitelpunkt der Gräben an die Wegübergänge gelegt werden, in Folge dessen dann die Rampen-Canäle entbehrlich sind.

Ist jedoch die Anlage von Rampen-Canälen nicht zu vermeiden, so wird stets bei der Bestimmung ihrer lichten Oeffnung unter Berücksichtigung der Wasserverhältnisse möglichst sparsam vorgegangen. Thon- und gusseiserne Röhren von $0^m,20$ bis $0^m,50$ lichtem Durchmesser, trockene und in Mörtel gemauerte Plattendurchlässe (Deckeldohlen), deren Lichtweite $0^m,20$ bis $0^m,60$, und deren Lichthöhe $0^m,25$ bis $0^m,80$ und $1^m,00$ beträgt, werden in der Regel vollkommen ausreichen. Auf die Besteigung dieser Canäle wird niemals Rücksicht genommen, es sei denn, dass dieselben eine bedeutende Länge besitzen, sondern angenommen, dass die Reinigung derselben von den Bahnwärtern mit leichter Mühe mittelst Stangen vorgenommen werden kann.

Bei hohen und die Bahn unter einem sehr spitzen Winkel kreuzenden Rampen ist es zur Verringerung der Länge der Rampen-Canäle zweckmässig, dieselben nicht parallel zur Bahn, sondern rechtwinkelig gegen die Rampe und näher an den Auslauf der Rampe anzulegen. (Siehe Fig. 6, Tafel XXVI bei *d.*)

Die Stirnen der Rampen-Canäle werden in der Regel am billigsten und zweckmässigsten möglichst niedrig hergestellt, es schneiden dann die Rampen-Canäle selbst, soweit es geht, aus der Böschung heraus. Die Art der zu wählenden Rampen-Canäle wird von den Kosten und der Güte der verschiedenen Materialien, welche zu denselben benutzt werden, und davon abhängen, welche in einem Baubezirke zu erhalten sind.

Röhren-Canäle von Thon und Eisen.[5]) — Kleine Canäle (Siele) wurden auf den Hannoverschen Bahnen aus drei Stück Drains von je 100^{mm} Weite hergestellt, die in den drei Ecken eines Dreiecks angeordnet sind, 2 unten und der dritte Drain darüber. Sie wurden in Trassmörtel auf dem gewachsenen Boden verlegt, event. noch ein Lehmschlag herum gemacht. Das Material und Legen kostete per laufenden Meter etwa 1,20 Mk. und die Erdarbeit 0,45 Mk. Ferner bedient man sich halbrunder Canalsteine (Sielziegel), welche aus einem Hohlziegel von 30^{mm} Wandstärke hergestellt werden (Fig. 1). Diese Ziegel sind gewöhnlich in Längen von 420 bis 500^{mm} zu haben und der Canal kostet

Fig. 1.

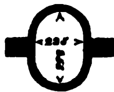


[4]) Nach der Dienstanweisung für den, einen Bau an den Hannoverschen Eisenbahnen leitenden Ingenieur, p. 38, und nach den auf Oldenburgischen, Württembergischen, Oesterreichischen und Sächsischen Bahnen vorgenommenen Ausführungen zusammengestellt.

[5]) Einige Mittheilungen über Rampen-Canäle verdanken wir dem Geh. Regierungsrath von Kaven (früher in Hannover), jetzigem Director des Polytechnicums zu Aachen.

per laufenden Meter etwa 3 Mk. ohne Erdarbeit. Sie werden in Verband in Thon oder besser in Mörtel gelegt, und es wird am Auslauf eine kleine Stirn, die etwa 300^{mm} unter Canalsohle reicht, gemauert, oder man lässt die Röhre aus der Rampenböschung herauskommen und bringt ein halbrund ausgeschnittenes verticales Brett, vor welchem zwei Spundbretter zur Seite herunter gerammt werden, um das Unterspülen zu verhindern, an.

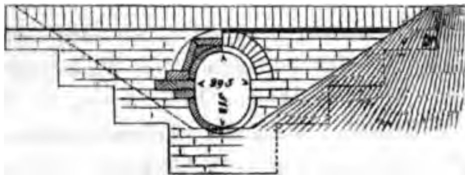
Fig. 2.



Durch Dazwischenlegen von ein oder zwei Backsteinlagen kann eine Vermehrung der Lichthöhe um 60 resp. 120^{mm} erzielt werden. Letztere Construction ist auf der Venlo-Hamburger Bahn mit Sielziegeln von 235^{mm} Weite für die kleinsten Seitendurchlässe angewendet. (Fig. 2.)

Mit Benutzung ähnlicher Ziegel sind auf der Oldenburg-Bremer Bahn selbst Durchlässe unter höheren Dämmen (3^{m},50 und mehr), oval von 493—518^{mm} Höhe und 395^{mm} Weite angewendet, deren Durchschnitt Fig. 3 zeigt, welche an Material per laufd. Meter etwa 5,50 Mk., an Arbeitslohn 1,50 Mk., zusammen 7 Mk. per Meter gekostet haben. Jede gemauerte Stirn von etwa 493^{mm} Dicke kostete 15 Mk. Für Rampen-Canäle passen diese Constructionen ebenfalls, während sie in Bahndämmen wohl zu schwach sind und guten, festen Untergrund erfordern.

Fig. 3.



Auf der Venlo-Hamburger Bahn kommen Röhrendurchlässe unter Dämmen vor, welche aus zu Wasserleitungen nicht geeigneten Ausschussröhren von Steingut mit Muffen hergestellt sind und eine Weite von 235, 314 und 392^{mm} haben. Sie werden auf die ganze Länge mit einem 314^{mm} hohen Fundament untermauert, welches resp. 628, 785 und 942^{mm} breit ist, und erhalten kleine normale Stirnen von 628^{mm} Dicke mit einer 314 bis 942^{mm} nach Bedarf unter der Sohle des Fundaments herabreichenden Herdmauer, die bis zu 942^{mm} unten stark wird. Die Sohle der Röhre liegt mit der Grabensohle in gleicher Höhe. Die einzelnen Röhrenstücke geben etwa 628^{mm} Nutzlänge. Die Untermauerung wird bei Rampen-Canälen, wozu sich diese Röhren auch eignen, manchmal fehlen können. Im Bahndamm sind 1^{m} Tiefe von Oberkante-Röhre bis Schienenunterkante erwünscht, in Wegrampen wird 0,5 bis 0,6^{mm} Erde darüber genügen.

Im Jahre 1873 kosteten die verschiedenen Thonröhren von Gebrüder Nordmann bei Altenburg i/S. loco Fabrik:

Durchmess. im Lichten mm.	Gewicht pr. laufd. Met. Klgr.	Kosten pr. lfd. Met. Mark.	Durchmess. im Lichten mm.	Gewicht pr. lfd. Met. Klgr.	Kosten pr. lfd. Met. Mark.	Durchmess. im Lichten mm.	Gewicht pr. lfd. Met. Klgr.	Kosten pr. lfd. Met. Mark.
45	8,0	0,75	145	25,0	1,90	360	70,0	8,40
70	12,5	0,90	185	32,0	2,60	430	95,0	11,50
95	18,0	1,25	235	40,5	3,80	600	150,0	21.00
120	20,5	1,50	285	45,0	5,40			

Fr. Chr. Fikentscher in Zwickau lieferte 1876 die Thonröhren loco Fabrik zu folgenden Preisen:

Lichte Weite mm.	Gewicht pr. laufd. Met. Kilogr.	Kosten pr. laufd. Met. Mark	Lichte Weite mm.	Gewicht pr. laufd. Met. Kilogr.	Kosten pr. laufd. Met. Mark	Lichte Weite mm.	Gewicht pr. laufd. Met. Kilogr.	Kosten pr. laufd. Met. Mark
50	9	0,70	170	33	2,50	300	68	6,00
70	15	0,90	200	40	3,00	370	97	9,00
100	21	1,25	230	45	3,50	450	140	12,00
120	23	1,60	250	47	4,00	570	170	20,00
150	29	2,00	280	54	5,00			

Halbrunde Canalsteine (Sielziegel) von Thon gebrannt, mit ca. 40—50mm Wandstärke, kosten: [6])

Lichte Weite in Millimt.	193	243	194	242	292
Preis pro Stück, Mark	0,30	0,35	0.50	0,60	0,70
Preis pro lfd. Met. Mk.	0,82	0,96	1,20	1,44	1,68
	ordinäre pro Stück 365mm lang		bessere pro Stück 415mm lang		

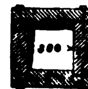
Gusseiserne Röhren werden in Weiten von 200mm bis 400mm oft zu Rampen-Canälen verwendet. Sie werden gewöhnlich in ein Lehmbett gelegt und mit Blei oder Cement gedichtet. Die Dichtung mittelst Fichtenholz-Keilen, welche in Oesterreich im Gebrauche und zu Wasserleitungsdruckröhren zu empfehlen ist, kann für Rampencanäle nicht angewendet werden, da die Holzkeile nicht stets im Nassen liegen und dann leicht verfaulen.

Die Preise der gusseisernen Röhren (Muffenröhren) waren im Jahre 1876 loco Fabrik:

Lichte Weite in Millimetern . . .	200	250	300	350	400
Baulänge eines Rohrs in Metern .	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Gewicht pr. laufd. Meter Baulänge in Kilogr.	45	66	87	107	128
Preis pr. laufd. Met. Baulänge. Mark	9,50	14,00	18,50	22,50	27,00

Canäle von Holz. — Rampen-Canäle werden auch zuweilen aus 60 bis 80mm starken zusammengenagelten Bohlen bis zu 300mm Lichtweite hergestellt. Um die Dauer zu erhöhen, wird man das Holz imprägniren. In moorigem Wasser hält sich auch nicht-imprägnirtes Holz, besonders Eichenholz lange, wie sich überhaupt diese Canäle am besten conserviren werden, wenn sie grösstentheils untergetaucht, also in wasserhaltigen Gräben liegen. Unter hohen Rampen wird man diese Canäle, da ihre Erneuerung um so schwieriger ist, je länger sie sind, nicht gern anwenden. Für solche 300mm weite hölzerne Drummen aus 60mm starken Bohlen (Fig. 4) rechnet man pro laufenden Meter 6 Mark, ferner für 1 laufd. Meter weite hölzerne Seitendurchlässe mit Feldsteinpflaster 25 Mark.

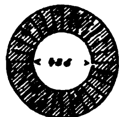
Fig. 4.



[6]) Ueber Preisangaben von Canälen, Röhren etc. vergl. noch Collectaneen über Entwässerung und Reinigung von Städten von v. Kaven, Zeitschr des Archit.- und Ingen.-Vereins zu Hannover, IX. Band 1863, p. 291—362 mit Abbild.

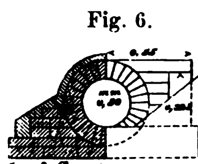
Gemauerte Canäle. — Auf der Venlo-Hamburger Bahn kommen cylindrisch gewölbte Rampen-Canäle von 314, 472 und 628mm Weite vor, welche ohne weiteres Fundament auf den rund ausgehobenen Boden gelegt und in Trassmörtel gemauert werden (Fig. 5). Sie sind 1/2 Stein = 130mm stark. Die Stirnen sind rechtwinkelig gegen die Achse des Canals, also parallel mit der Rampe gestellt und haben eine Stärke von etwa 472mm. Je nach den Umständen wird eine Herdmauer ausgeführt. Die Stirnen werden mit 115mm starken, 523mm breiten Sandsteinplatten abgedeckt.

Fig. 5.



Auf der Heppens-Oldenburger Bahn sind Rampen-Canäle (Seitendurchlässe) von 300 bis 500mm Weite kreisförmigen Querschnitts 1/2 Stein (125mm) stark, mit Untermauerung versehen und mit Thonschlag abgedeckt, hergestellt nach dem Schema Fig. 6. Folgende Tabelle giebt den Materialbedarf und die Kosten, wenn man den Cubikmeter Backsteinmauerwerk, Material und Arbeit zu 25 Mk. rechnet.

Fig. 6.



Weite. Meter.	Cubikmeter. Jede Stirn excl. Gewölbe.	Gewölbe pro laufend. Meter.	Untermauerung pro laufd. Met.	Zusammen.	Breite im Fundament. Meter.	Kosten pro laufend. Meter ohne Stirn. Mark.
0,30	0,096	0,166	0,177	0,343	1,16	8,58
0,40	0,173	0,206	0,236	0,442	1,22	11,05
0,50	0,250	0,245	0,276	0,521	1,40	13,03

Hierzu kommen noch die Kosten für zwei Stirnen nach dem obigen Satze von 25 Mk. pro Cubikmeter.

Auf der Oldenburg-Bremer Bahn sind Canäle von 500mm Weite bei 750mm Höhe 1/2 Stein (etwa 125 bis 130mm) stark und von 1m Weite bei 1m,25 Höhe aus zwei Rouladen à 1/2 Stein unter hohen Eisenbahndämmen angewendet; sie sind nicht weiter untermauert und mit 500mm starken, nach Bedarf herabreichenden Stirnmauern, die mit Klinkerrollschicht abgedeckt sind, versehen. Sie kosteten per laufenden Meter (ohne Erdarbeit) 12 Mk. resp. 34,50 Mk. und mit 2 Stirnen zu jedem resp. 2 · 37,50 = 75 Mk. und 2 · 100 = 200 Mk. an Material und Arbeit. Diese Canäle sind aus gewöhnlichen Backsteinen und in feuchten Baugruben zur unteren Hälfte mit Mörtel aus Portland-Cement (1 Vol. Cement und 2 Vol. Sand), zur oberen mit Trassmörtel (1 Vol. Trassmehl, 1 Vol. gelöschten, fetten Kalk, 1 Vol. Sand) gemauert, an trockenen Orten ganz mit letzterem Mörtel. Sie eignen sich ebenfalls zu Rampen-Canälen.

Auf den Hannoverschen Bahnen sind Platten-Canäle von 438 bis 584mm im Quadrat mit 146mm dicken Platten abgedeckt, in Bruchstein nach dem Schema Fig. 7 (p. 453) hergestellt, welche unter beliebig hohen Rampen verwendet werden können und per Cubikmeter Mauerwerk und Sandsteinplatten, sowie Herdpflaster zu rund 14 bis 20 Mk. ohne Erdarbeit und Wasserschöpfen veranschlagt werden. Der laufende Meter eines 584mm weiten Canals kostet 23 Mk. Aus Backsteinen kann man sie schwächer herstellen, und wird dann der Cubikmeter Mauerwerk etwa 25 Mk. kosten; statt Herdpflaster anzuwenden, kann ohne erheblich grössere Kosten das Fundament auch durchgehen.

Die Oberkante der Abdeckungen solcher Canäle und überhaupt gemauerter Canäle in Rampen wird man zweckmässig wenigstens 300 bis 450^{mm} unter der Wegkrone legen, um die Stösse des Fuhrwerks auf das Mauerwerk abzuschwächen.

Fig. 7.



Auf Hannoverschen Bahnen sind bezahlt für ovale Canäle aus Formsteinen in Trassmörtel gemauert, mit 147^{mm} starker Wandung ($^1/_2$ Stein grosses Format) 730 bei 582^{mm} weit 12 Mk. per laufenden Meter für Material und Maurerarbeit, sowie 1,50 Mk. für Erdarbeit, — 582 bei 437^{mm} weit 10,50 Mk. für Material und Maurerlohn und 1,20 Mk. für Erdarbeit per laufenden Meter. Diese Canäle werden auch zu Haupt-Entwässerungscanälen auf Bahnhöfen gebraucht.

Auf der Almelo-Salzberger Bahn sind Rampen-Canäle von 438 bis 584^{mm} Weite, rund wie oval (730^{mm} hoch und 584^{mm} weit) $^1/_2$ Backstein (= 110^{mm}) stark, und auf der Venlo-Hamburger Bahn Canäle von 314, 472 und 628^{mm} rund, $^1/_2$ Stein stark hergestellt. Auf beiden Bahnen sind die gemauerten Stirnen 471^{mm} stark mit 157 oder 105^{mm} dicken, 471 bis 523^{mm} breiten Sandsteinplatten abgedeckt. Wo eine starke Durchströmung eintreten kann, sind die Ein- und Ausläufe wie die an die Stirn anschliessende Grabenböschung auf kurze Längen zuweilen durch Pflaster befestigt.

Canäle aus Beton und Cement. — Auf der Berlin-Stettiner Bahn werden seit 12 Jahren mit Erfolg an Ort und Stelle gegossene Beton-Durchlässe angewendet.

Diese gegossenen Betondurchlässe werden mit einem lichten Durchmesser von 0^{m},30 bis 1^{m},25 angelegt. Die Herstellung, welche die Fig. 8 veranschaulicht, ist eine sehr einfache. Auf einem stark abgerammten Pflaster von Kopfsteinen erfolgt die Aufstellung des Lehrgerüstes, in dem zuvörderst in Entfernungen von 1^{m},25 bis 1^{m},50 die 3 mit *abc* bezeichneten Brettstückchen aufgestellt, von aussen 40^{mm} starke 100—150^{mm} breite Bretter gegengestellt und die Ecken bei *d* und *e* mit Lehm gehörig fest ausgestampft werden, wobei nur darauf zu sehen ist, dass die Fugen zwischen *a*, *b* und *c* in der Längenrichtung sich versetzen. Ist nun die Sohle des Durchlasses gegossen, so wird die innere Schaalung aus gehobelten genau gleich starken Latten, die sich nach innen radial verjüngen, angebracht und dann die Mittelscheiben *g* aufgestellt. Letztere bestehen aus zwei durch eiserne Charniere verbundene Hälften, deren Kanten im Stoss gebrochen sind (Fig. 9), um das Auseinandernehmen zu erleichtern, und werden durch eine oben aufgenagelte Latte vertical festgehalten. Ist das Lehrgerüst so hoch gefördert, dass man die Schablone *a* noch mit der Hand erreichen kann, so wird dasselbe zum besseren Halt von aussen umschnürt, und nun erfolgt der Guss des Durchlasses, mit dem man der Länge nach fortfährt, wobei nach und nach die Schablonen *a*, *b* und *c* mit der Hand entfernt werden.

Fig. 8. $^1/_{18}$ d. nat. Gr.

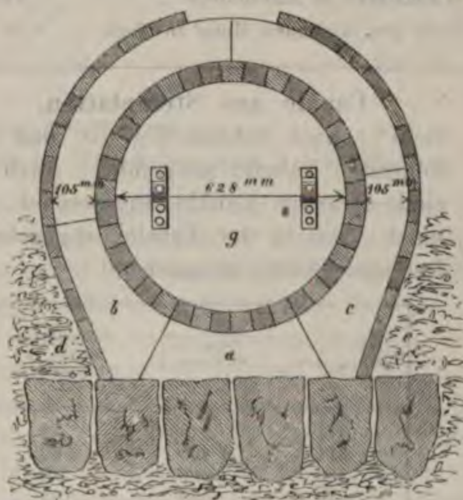
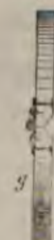


Fig 9.



Ist der untere Theil in der ganzen Länge fertig, so wird die obere Hälfte des Lehrgerüstes aufgestellt und wie zuvor verfahren.

Zur Mischung des Mörtels wurde Stettiner Portland-Cement mit grobem, gesiebtem und sorgfältig gewaschenem Kiese verwendet, unten im Verhältniss von 1 : $1^1/_2$, oben von 1 : 3, wobei die oberen Schichtlagen etwas dünner angerührt wurden. Nach etwa zwei Tagen kann die äussere Schaalung entfernt und der Cement mit der Giesskanne nach Bedarf genetzt werden. Nach 5 bis 6 Tagen stösst man mit einer Stange gegen die Scheiben *g*, die, in den Charnieren zusammenklappend, das Herausnehmen der inneren Schaalung gestatten. Die Köpfe des Durchlasses werden dem Böschungsverhältniss der Dossirung entsprechend abgeschrägt. Hiernach wird der fertige Durchlass allmählich verfüllt und zwar genügt eine Erdaufschüttung von $0^m,60$ bis $0^m,80$ Höhe, um den Durchlass sowohl gegen die Einwirkungen des Frostes als der darauf gehenden Fuhrwerke zu schützen. Auf den Württembergischen Staatsbahnen sind ähnliche Betondurchlässe angefertigt worden. Man nimmt dort 1 Th. Roman-Cement (aus der Gegend von Blaubeuren in der Rauhen Alp) zu 3 Th. Sand zu 5 Th. Steinen.

Durchlässe aus Schaalen von Portland-Cement[7]), aus zwei über einander gelegten Hälften von 1 Vol.-Theil Kies und 2 Vol.-Theilen Cement hergestellt, werden bei 630^{mm} Durchmesser und 78^{mm} Wandstärke auf ein Sohlenpflaster oder die gut mit Steinen abgestampfte Sohle gelegt, und kosten ohne Erdarbeit und Stirnen, incl. Transport der Röhren auf $^1/_2$ Meile pro laufenden Meter ca. 17 M.

Röhren von Portland-Cement mit Muffen kosten ohne Legen frei Hannover:

Lichter Durchmesser in Millimetern.	220	291	440	587
Wandstärke in Millimetern. . . .	43	50	62	75
Preis pro laufenden Meter in Mark	6,20	8,20	10,30	16,40

Fig. 10.



$^1/_{50}$ d.nat.Gr.

Canäle aus Steinplatten. — Platten-Canäle aus Velpker Sandstein[8]), nach Schema Fig. 10, sind in den Dimensionen und Stärken der folgenden Tabelle ausgeführt. Auch auf den Hannoverschen Staatsbahnen sind derartige Canäle angewendet, nur sind grössere Plattenstärken benutzt. Die in der Tabelle angegebenen Stärken sind auch nur für die festesten Platten ausreichend.

Lichtweite in Millimetern.	Höhe in Millimetern.	Deckplatten-Stärke in Millimetern.	Sohlen- und Seitenplatten-Stärke in Millimetern.	Preis pro laufd. Meter in Mark.
314	314	52	52	11,52
314	466	52	52	14,40
466	466	78	52	16,80
550	550	104	78	17,58
628	628	104	91	19,98
628	785	104	91	24,60
785	942	104	91	33,60
942	942	130—157	104	40,65

7) Senftleben, in Erbkam's Zeitschrift f. B. IX. Bd. 1859 mit Abbild.; auch im Auszuge Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. VIII. Bd. 1862, p. 422 mit Abbild.

8) Canalisirung von Magdeburg, von Heidmann, Erbkam's Zeitschrift f. B. 1859, mit Abbild.; auch im Auszug in Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. VIII. Bd., 1862, p. 122. Mit Abbild.

Das Verlegen (ohne Erdarbeit) für Canäle unter 628mm Weite ist bezahlt worden mit 0,96 Mk. per Meter, über 628mm Weite mit 1,60 Mk. per Meter.

Kosten verschiedener Canäle, sowie Preise für verschiedenes Mauerwerk. Auf der Berlin-Stettiner Bahn betrugen die Kosten per laufend. Meter Canal:

Beschreibung der Canäle.		Kosten per laufenden Meter in Mark.
Ein gedeckter 0,60m weiter Canal aus Feldsteinen		38,10—47,70
Eine Drumme aus glasirten Thonröhren von 0,60m Durchmesser		28,68
dito von 0,60m Quadrat aus Eichenholz		23,88
dito von 0,60m - - Fichtenholz, getheert		14,34
excl. Lieferung des Kieses	Ein gegossener Cement-Canal von 0,60m Durchmesser und 105mm Wandstärke	14,34
	dito von 0,50m und 75mm -	11,94
	dito von 0,30m und 50mm -	7,98
Drains, einfacher Strang, 157mm weit		0,64

Beim Eisenbahnbau in Sachsen und Böhmen sind in den letzten Jahren folgende Preise bezahlt worden per Cubikm.

Für Beton (1 Cement : 2 Sand : 4 Steinschlag)	33 bis 38 Mk.
- Trockenmauerwerk (aus Bruchsteinen)	6 - 8 -
- Fundamentmauerwerk aus Bruchsteinen in Kalkmörtel	12 - 13 -
- Häuptiges Bruchsteinmauerwerk in Kalkmörtel	14 - 16 -
- Bruchstein-Gewölbmauerwerk in Kalkmörtel	22 - 26 -
- Bruchstein-Deckplatten in Kalkmörtel 200mm stark	28 - 30 -
- Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel	24 - 28 -

Ferner per □m:

Für Bruchsteinpflaster in Sand	2,5 bis 3,0 Mk.
- Bruchsteindeckplatten	5,5 - 6,0 -
- Elbsandsteindeckplatten 180—200mm stark	24 - 27 -

Diese Preise begreifen sämmtliche Materialien und Arbeitslöhne in sich.

§ 4. Parallelwege. — Wege-Anlagen parallel zur Bahn kommen gewöhnlich nur bei weniger wichtigen Wegen vor, um einen solchen mit einem anderen Wege einem gemeinschaftlichen Uebergange zuzuweisen und an Wegübergängen und Barrière-Wärtern zu sparen. Die Achse dieser zu verlegenden Wege wird dann im Allgemeinen parallel mit der Begrenzung des Bahnkörpers angenommen. Die Breite der Parallelwege ist, wenn nichts Besonderes bestimmt, von der Grabenkante resp. den Kanten der Böschungen der Bahndämme oder Einschnitte an zu rechnen und wird im Allgemeinen gleich der früheren Nebenwege sein. Die Parallelwege werden von der Eisenbahn durch einen Graben oder durch eine lebende Hecke oder durch eine Latten- oder Drahteinfriedigung getrennt. Wenn die Bahn mit dem Wege im gleichen Niveau oder tiefer liegt, so ist es zweckmässig, dem Schutzgeländer eine grössere Widerstandsfähigkeit als den gewöhnlichen Bahneinfriedigungen zu geben. An vielen Orten, namentlich in der Schweiz und in Württemberg, begnügt man sich mit einem Graben und einem 0,8 bis 1m,5 hohen Erddamme, welcher die Bahn von dem Fahrweg trennt. Man giebt so viel als möglich diesen Wegen im Querschnitt eine Neigung von 1 : 30 bis 1 : 20 nach Aussen, damit das Wasser nicht an die Seite der Bahn abfliesst.

Für die gewöhnlichen Parallelwege zur Feldbestellung in ebenen Gegenden ist eine Befestigung der Fahrbahn in der Regel nicht erforderlich, und ist nur eine

Ausgleichung der hervortretenden Unebenheiten mit Beibehaltung der natürlichen Steigungen des Terrains vorzunehmen, wobei auf die Erhaltung der Entwässerung der benachbarten Grundstücke Bedacht zu nehmen ist. Die Parallelwege an Berghängen sind dagegen öfters mit starker Versteinung zu versehen, um ein Zerreissen der Wege bei starken Regengüssen zu verhindern.

Die für die Herstellung der Parallelwege erforderlichen Brücken und Durchlässe werden meist nach denselben Grundsätzen, wie die Brücken im Eisenbahndamme ausgeführt; in vielen Fällen wählt man jedoch zum Ueberbaue eine Holzconstruction, während für die Eisenbahn massive Gewölbe oder Eisenträger angewendet werden.

Bei Projectirung der Parallelwege ist namentlich darauf zu achten, ob nicht Brücken oder Durchlässe durch gepflasterte Mulden oder Fahrten zu ersetzen sind, was in sehr vielen Fällen erfahrungsmässig angehen wird, und wodurch oft namhafte Kosten erspart werden können. — Vergl. Fig. 6, Tafel XXVI bei *mm*.

§ 5. Oberbau der Niveauübergänge. — Derselbe bezweckt sowohl die Herstellung einer festen und ebenen Fahrbahn für die Strassenfuhrwerke, als auch das Offenhalten einer Rinne an der inneren Kante der Bahnschienen für die Räder-Spurkränze der Eisenbahnfahrzeuge, damit die Bewegung von Strassen- und Eisenbahnfuhrwerken an diesen Punkten ebenso leicht und sicher als an den übrigen Stellen der Fahrstrasse und Eisenbahn stattfinden kann. Es bietet die Herstellung dieser Rinne einige Schwierigkeiten. Die Befestigung der Fahrstrasse muss an dem Niveauübergange der Art hergestellt werden, dass die Unterlagen des Bahnoberbaues leicht und schnell frei zu machen sind, um sie bequem unterstopfen und nöthigenfalls erneuern zu können, und ebenso rasch muss die Befestigung wieder hergestellt werden können, damit die Communication auf der Strasse keine längere Unterbrechung erleidet. Ausserdem hat die feste Begrenzung der tiefen Rinnen für die Spurkränze der Räder schon häufig Veranlassung gegeben, dass sich die Hufeisen der Pferde in dieselben einzwängten, in Folge dessen nicht selten die Hufe abgerissen wurden und die Eisenbahnverwaltungen bedeutende Entschädigungen für verlorene Pferde bezahlen mussten.

Die Spurkranzrinne muss bei Niveauübergängen, auf welchen das Gleis in der Geraden liegt, mindestens 67^{mm} breit sein. Eine grössere Breite ist schädlich, weil sonst die Hufe der Zugthiere und die Füsse der Menschen leichter in die Rinnen hineingerathen können. Sobald jedoch das Gleis auf den Uebergängen in einer Curve liegt, ist eine Erweiterung der Spurkranzrinne erforderlich und muss dieselbe um so weiter sein, je kleiner der Radius der Curve, je länger die Spurkranzrinne und je weiter die Achsen der Maschinen oder Wagen von einander entfernt sind. Auch erheischen 3achsig gekuppelte Maschinen eine weitere Rinne als 2achsig gekuppelte, selbst wenn die Entfernung der äussersten Achsen bei beiden Maschinen-Arten dieselbe ist.

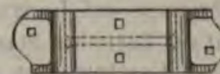
Bei Chausseen, Landstrassen und frequenten Communalwegen wird die Spurkranzrinne öfters von einer mit der Hauptschiene in Stühlchen verbundenen zweiten Schiene gebildet. Diese Doppelstühle sind der Art zu construiren, dass die Hauptschiene die gewöhnliche Neigung, die zweite (Schutz-) Schiene dagegen keine Neigung erhält. Zugleich müssen diese Stühlchen eine hinlängliche Höhe erhalten, damit bei Ausführung des Pflasters der Fahrstrasse über den Bahnoberbau die Pflastersteine nicht die Querschwellen berühren, indem sonst sehr bald das Pflaster losgerüttelt werden und in einen mangelhaften Zustand kommen würde. Die Befestigung

der Schienen in den Doppelstühlen geschieht bei doppelköpfigen Schienen gewöhnlich mittelst an der äusseren Seite eingetriebener Holzkeile und bei breitbasigen Schienen mittelst Schraubenbolzen in der in nachstehender Figur 11 dargestellten Weise (Niveauübergänge der Hannoverschen Staatsbahn). Dabei werden die Schienenfüsse an der äusseren Seite durch an den Stühlen angegossene vorspringende Nasen festgehalten, während über die inneren Schienenfüsse die entsprechend geformte Unterlegplatte greift und diese mittelst zwei Schraubenbolzen an die Bodenplatte festgeschraubt wird. Die Muttern sitzen oben und werden durch einen Büchsenschlüssel angezogen, wobei das Drehen der Bolzen durch viereckige Ansätze in der Bodenplatte des Stuhls verhindert wird. Letztere wird durch eine unterhalb angegossene Längsrippe verstärkt. Um das Spalten der Querschwellen zu verhindern, sind die Nagellöcher in den Endflantschen des Stuhls etwas versetzt, wie der Grundriss Fig. 12 zeigt.

Fig. 11.



Fig. 12.



= $^1/_{15}$ d. nat. Gr.

Die zweite (Schutz-) Schiene ist an den Enden auf etwa 300^{mm} Länge um 25^{mm} nach aussen zu biegen, damit unerwartet in der Spur etwa abweichende Räder allmählich in die Rinne eingeleitet werden, so dass die Weite der Rinne am äussersten Ende etwa 100^{mm} beträgt[9]); es ist zweckmässig, dass diese Erweiterung wenigstens 500^{mm} über den Rand der Fahrstrasse hinausragt.

Um das Einklemmen der Hufe von den Zugthieren zu verhindern, muss die Tiefe der Spurkranzrinne auf 38^{mm} ermässigt werden; dies kann entweder dadurch erreicht werden, dass man ein Futter von festem Holze auf dem Boden der Rinne anbringt, oder dass man in die Rinne feinen Steinschlag bis zu der angegebenen Höhe fest einstampft.

In Württemberg hat man die Erfahrung gemacht, dass die Hufe der Zugthiere hauptsächlich durch das Einklemmen der Hufeisenhaken unter den Kopf der Schiene festgerathen. Man wendet in diesem Lande daher sogenannte Futter an, das sind Laschen von der Länge gleich der Breite des Wegübergangs, welche an Fahr- und Schutzschiene befestigt werden und so der Spurkranzrinne die Form eines Rechtecks geben, in der die Hufe keinen Vorsprung zum Festsitzen finden können. Diese Anordnung hat sich sehr gut bewährt und ist zu empfehlen.

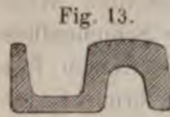
Wenn die Breite des Wegübergangs es gestattet, werden die Schutzschienen auf die ganze Länge des Ueberganges so gelegt, dass ihre Stösse nicht mit denen der Hauptschienen zusammentreffen.

Früher waren auf einzelnen deutschen Bahnen besondere, in nachstehender Fig. 13 skizzirte Wegübergangsschienen im Gebrauch, welche mit versenkten Nägeln, wie die Flachschienen auf Langschwellen-Oberbau an den Stellen der

[9]) In Frankreich hat man die normale Weite der Spurkranzrinne nur auf 55^{mm} angenommen und beträgt die Erweiterung auf 300^{mm} Entfernung von dem Endstuhle im Ganzen nur 700^{mm}, doch verlängert man daselbst die Schutzschiene gewöhnlich noch um weitere 250^{mm} und giebt ihr am äussersten Ende einen Abstand von 100^{mm}, um etwa enger aufgekeilte oder stärker abgenutzte Räder noch in die Spurkranzrinne einzuleiten und heftige Stösse gegen die Schutzschiene zu vermeiden. Vergl. Goschler I, p. 428.

Niveauübergänge auf einzelnen tiefer liegenden Querschwellen befestigt wurden. Bei dieser Schiene hat zwar die Rinne nicht den Nachtheil, dass sich die Hufe festklemmen können, aber sie bedingt die Unterbrechung des laufenden Gleises bei jedem Niveauübergange, vermehrt die Zahl der Schienenstücke und Stösse und lässt sich mit den Schienen des laufenden Gleises weder durch Verlaschung, noch auf eine andere bewährte Art verbinden, was ein grosser Uebelstand ist. Ausserdem eignen sich diese Schienen auch nicht zur Ausweitung am Ende der Rinne und zur Erweiterung der Bahn in den Curven; man hat deshalb dieselben längst wieder aufgegeben.

Fig. 13.



In neuerer Zeit wird häufig der Oberbau auf Niveau-Uebergängen durch doppelte breitbasige Schienen gebildet, die auf Langschwellen ruhen und mittelst der gewöhnlichen Hakennägel befestigt werden. Dabei ist eine Verlaschung in gewöhnlicher Weise mit dem laufenden Schienengleis möglich und sind unter den Langschwellen in Entfernungen von ca. $1^m,50$ Querschwellen angebracht, welche durch Einkämmen und Verbolzungen mit ersteren verbunden sind; der Boden der Spurkranzrinne muss dann ebenfalls mit einem Holzfutter versehen sein. Obwohl bei dieser Construction die Schienenstühle gespart werden, so ist die Unterhaltung des Niveauübergangs auf Langschwellen doch kostspieliger als auf Querschwellen.

Auf der Badischen Staatsbahn hat man den Oberbau der Niveauübergänge nach zwei verschiedenen Constructionen ausgeführt. Bei der einen Construction sind zwei breitbasige Schienen in der für die Spurkranzrinne bestimmten Entfernung von 67^{mm} mit Hakennägeln auf kurzen eichenen kantigen Langschwellen, nur wenig breiter als die beiden Schienenfüsse, befestigt, die auf die Hälfte ihrer Dicke in ausgehauenen Lagern von 600×600^{mm} grossen und 350^{mm} dicken Sandsteinwürfeln liegen, welche in einem guten Schotterbett auf Packlager ruhen. Bei der anderen in neuester Zeit, namentlich bei sehr frequenten Strassenübergängen ausgeführten Construction ist das laufende Gleis *a* nach nebenstehender Figur 14 auf die Breite des gepflasterten Wegübergangs auf einer eichenen kantigen Langschwelle von 300^{mm} Breite und 150^{mm} Dicke mit Hakennägeln befestigt. Unter den Langschwellen liegen in Entfernungen von $1^m,40$ eichene Querschwellen, mit denen jene durch Aufkämmen und Nagelung fest verbunden sind. Die Lang- und Querschwellen ruhen in einem guten Schotterbett und unter diesem befindet sich noch Packlager oder Rollpflaster. Neben der Schiene *a* ruhen ferner auf der Langschwelle innerhalb des Gleises die Schutzschiene *b* in der lichten Entfernung von 67^{mm} und ausserhalb, auf dem Kopfe stehend, die Schiene *c*; beide Schienen sind durch am Steg durchgehende Schraubenbolzen solid mit der Schiene *a* verbunden und wird der lichte Raum für die Spurkranzrinne zwischen *a* und *b* durch eiserne, die Bolzen umgebende Hülsen gesichert. An die Schienen *b* und *c* stösst ein gutes schichtenmässiges Pflaster, welches sich sehr dauerhaft ausführen lässt, da die Pflastersteine nicht mit den hölzernen Lang- und Querschwellen in Berührung kommen können.

Fig. 14.



1/30 d. nat. Gr.

Die erstere Construction bietet den grossen Vortheil, dass die kurzen, lose in den Einkämmungen der Würfel ruhenden Langschwellen mit den Schienen herausgehoben, in einem Augenblick unterlegt oder ersetzt werden können, ohne dass der übrige Theil der Fahrstrasse (Pflaster oder Chaussee) verletzt wird.

Bei der Lyoner Bahn bedient man sich Querschwellen von grosser Dicke, die auf jeder Seite der Schienen und Schutzschienen ausgekehlt oder ausgeschnitten sind, um eine vollkommen horizontale Pflasterung auch über den Schwellen ausführen zu können. Diese Anordnung ist jedoch durch den bedeutenden Holzverlust kostspielig und zugleich umständlich.[10]

1. Goschler I. p. 427.

In letzterer Zeit bestrebt man sich, alle Theile der Niveauübergänge mehr zu vereinfachen. Man legt die Schienen und Schutzschienen wie bei dem auf der übrigen Bahnstrecke angenommenen Systeme auf Querschwellen. Man vermindert die Dicke der Sanddecke und die Höhe der Pflastersteine über den Querschwellen etwas, was bei den jetzt gebräuchlichen hohen Schienen allenfalls angeht.

In neuester Zeit lässt man selbst vielfach bei Hauptstrassenübergängen die Schutzschiene ganz weg und bildet die Spurkranzrinne durch entsprechend zugehauene Pflastersteine (Kantensteine). Fig. 15 zeigt einen derartigen Oberbau der Niveauübergänge von der Altona-Kieler Bahn, wobei die Schienen auf die Breite des Uebergangs auf Langschwellen mittelst Hakennägel befestigt und die Seitenflächen der Schwellen oberhalb auf die Breite des Fusses zugeschärft sind. Unter den Langschwellen sind zur Sicherung der Spur und zur Gewinnung einer grösseren Bettungsfläche noch Querschwellen angebracht. Die Spurkranzrinne wird sehr einfach durch eine Reihe schräg angesetzter Pflastersteine von gleicher Dicke gebildet. Bei den 185mm hohen Hartwich-Schienen der Stuttgarter Pferdebahn wurde die Rinne für den Spurkranz durch Einlage von hochgestellten Backsteinen an den Schienenhals gebildet und das anstossende Pflaster in der Höhe des Schienenkopfs ausgeführt (s. Organ 1870, p. 236).

Fig. 15.



= 1/15 d. nat. Gr.

Für grössere Feldwege und kleinere Communalstrassen hat man die Niveauübergänge in der Weise hergestellt, dass man dieselben auf die Breite der Querschwellenlänge mit Bohlen abdeckte, und ohne jegliche Flach- oder Schutzschiene anlegte. Die Bohlen liegen 2m,50 breit und sind 80mm stark, und das Pflaster des Uebergangs stösst direct dagegen. Die Schwellen füttert man mit Brettern soviel auf, bis die Bohlung um $1\frac{1}{2}$mm unter den Schienen liegt. Diejenigen beiden Bohlen, welche im Gestänge den Schienen am nächsten liegen, kehlt man für das Profil des Radflantsches aus. Der übrige Theil des Wegübergangs wird mit Kopfsteinen oder Feldsteinen soweit gepflastert, als die Bahn breit ist.

Untergeordnete Feldwege erhalten zu beiden Seiten der Schienen nur Streichbohlen und zwischen diesen eine Ausfüllung von Kleinschlag.

Die Länge des Oberbaues und die damit zusammenhängende Breite des Steinpflasters oder der sonstigen Befestigung hängt von der Breite und Bedeutung des Weges, sowie von dem Winkel ab, unter welchem der Weg die Eisenbahn durchkreuzt. Die aus letzterem Umstande sich ergebende Vergrösserung der Breite ergiebt sich durch Rechnung von selbst.

Die hierher noch gehörenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. lauten:

§ 41. Bei Wege-Uebergängen in Gleisen von normaler Spurweite soll der Raum für den Spurkranz 67mm breit und wenigstens 38mm tief sein.

Bei Uebergängen über Gleise mit einer vergrösserten Spurweite ist der Raum für den Spurkranz um ein gleiches Maass über 67mm zu erweitern.

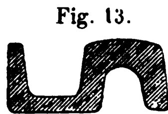
§ 42. Die Rinne ist so zu construiren, dass die übergehenden Zugthiere sich nicht mit einem Theile ihrer Hufe darin festklemmen können.

§ 37. Schutzschienen (Streichschienen) sind bei Wege-Uebergängen gestattet, aber nicht nothwendig.

Sicherheitsschwellen und Sicherheitsschienen, wenn solche als erforderlich erachtet werden, müssen ausserhalb des Normalprofils liegen

Niveauübergänge auf einzelnen tiefer liegenden Querschwellen befestigt wurden. Bei dieser Schiene hat zwar die Rinne nicht den Nachtheil, dass sich die Hufe festklemmen können, aber sie bedingt die Unterbrechung des laufenden Gleises bei jedem Niveauübergange, vermehrt die Zahl der Schienenstücke und Stösse und lässt sich mit den Schienen des laufenden Gleises weder durch Verlaschung, noch auf eine andere bewährte Art verbinden, was ein grosser Uebelstand ist. Ausserdem eignen sich diese Schienen auch nicht zur Ausweitung am Ende der Rinne und zur Erweiterung der Bahn in den Curven; man hat deshalb dieselben längst wieder aufgegeben.

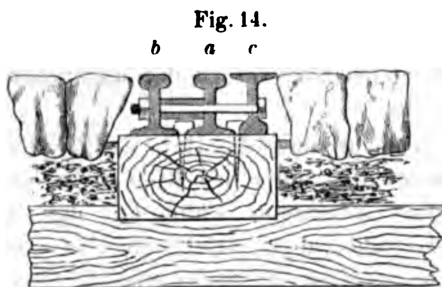
Fig. 13.



In neuerer Zeit wird häufig der Oberbau auf Niveau-Uebergängen durch doppelte breitbasige Schienen gebildet, die auf Langschwellen ruhen und mittelst der gewöhnlichen Hakennägel befestigt werden. Dabei ist eine Verlaschung in gewöhnlicher Weise mit dem laufenden Schienengleis möglich und sind unter den Langschwellen in Entfernungen von ca. 1m,50 Querschwellen angebracht, welche durch Einkämmen und Verbolzungen mit ersteren verbunden sind; der Boden der Spurkranzrinne muss dann ebenfalls mit einem Holzfutter versehen sein. Obwohl bei dieser Construction die Schienenstühle gespart werden, so ist die Unterhaltung des Niveauübergangs auf Langschwellen doch kostspieliger als auf Querschwellen.

Auf der Badischen Staatsbahn hat man den Oberbau der Niveauübergänge nach zwei verschiedenen Constructionen ausgeführt. Bei der einen Construction sind zwei breitbasige Schienen in der für die Spurkranzrinne bestimmten Entfernung von 67mm mit Hakennägeln auf kurzen eichenen kantigen Langschwellen, nur wenig breiter als die beiden Schienenfüsse, befestigt, die auf die Hälfte ihrer Dicke in ausgehauenen Lagern von 600 × 600mm grossen und 350mm dicken Sandsteinwürfeln liegen, welche in einem guten Schotterbett auf Packlager ruhen. Bei der anderen in neuester Zeit, namentlich bei sehr frequenten Strassenübergängen ausgeführten Construction ist das laufende Gleis *a* nach nebenstehender Figur 14 auf die Breite des gepflasterten Wegübergangs auf einer eichenen kantigen Langschwelle von 300mm Breite und 150mm Dicke mit Hakennägeln befestigt. Unter den Langschwellen liegen in Entfernungen von 1m,40 eichene Querschwellen, mit denen jene durch Aufkämmen und Nagelung fest verbunden sind. Die Lang- und Querschwellen ruhen in einem guten Schotterbett und unter diesem befindet sich noch Packlager oder Rollpflaster. Neben der Schiene *a* ruhen ferner auf der Langschwelle innerhalb des Gleises die Schutzschiene *b* in der lichten Entfernung von 67mm und ausserhalb, auf dem Kopfe stehend, die Schiene *c*: beide Schienen sind durch am Steg durchgehende Schraubenbolzen solid mit der Schiene *a* verbunden und wird der lichte Raum für die Spurkranzrinne zwischen *a* und *b* durch eiserne, die Bolzen umgebende Hülsen gesichert. An die Schienen *b* und *c* stösst ein gutes schichtenmässiges Pflaster, welches sich sehr dauerhaft ausführen lässt, da die Pflastersteine nicht mit den hölzernen Lang- und Querschwellen in Berührung kommen können.

Fig. 14.



1/30 d. nat. Gr.

Die erstere Construction bietet den grossen Vortheil, dass die kurzen, lose in den Einkämmungen der Würfel ruhenden Langschwellen mit den Schienen herausgehoben, in einem Augenblick unterlegt oder ersetzt werden können, ohne dass der übrige Theil der Fahrstrasse (Pflaster oder Chaussee) verletzt wird.

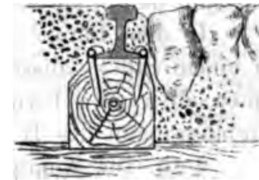
Bei der Lyoner Bahn bedient man sich Querschwellen von grosser Dicke, die auf jeder Seite der Schienen und Schutzschienen ausgekehlt oder ausgeschnitten sind, um eine vollkommen horizontale Pflasterung auch über den Schwellen ausführen zu können. Diese Anordnung ist jedoch durch den bedeutenden Holzverlust kostspielig und zugleich umständlich.[10]

[10] Vergl. Goschler I. p. 427.

In letzterer Zeit bestrebt man sich, alle Theile der Niveauübergänge mehr zu vereinfachen. Man legt die Schienen und Schutzschienen wie bei dem auf der übrigen Bahnstrecke angenommenen Systeme auf Querschwellen. Man vermindert die Dicke der Sanddecke und die Höhe der Pflastersteine über den Querschwellen etwas, was bei den jetzt gebräuchlichen hohen Schienen allenfalls angeht.

In neuester Zeit lässt man selbst vielfach bei Hauptstrassenübergängen die Schutzschiene ganz weg und bildet die Spurkranzrinne durch entsprechend zugehauene Pflastersteine (Kantensteine). Fig. 15 zeigt einen derartigen Oberbau der Niveauübergänge von der Altona-Kieler Bahn, wobei die Schienen auf die Breite des Uebergangs auf Langschwellen mittelst Hakennägel befestigt und die Seitenflächen der Schwellen oberhalb auf die Breite des Fusses zugeschärft sind. Unter den Langschwellen sind zur Sicherung der Spur und zur Gewinnung einer grösseren Bettungsfläche noch Querschwellen angebracht. Die Spurkranzrinne wird sehr einfach durch eine Reihe schräg angesetzter Pflastersteine von gleicher Dicke gebildet. Bei den 185mm hohen Hartwich-Schienen der Stuttgarter Pferdebahn wurde die Rinne für den Spurkranz durch Einlage von hochgestellten Backsteinen an den Schienenhals gebildet und das anstossende Pflaster in der Höhe des Schienenkopfs ausgeführt (s. Organ 1870, p. 236).

Fig. 15.



= 1/15 d. nat. Gr.

Für grössere Feldwege und kleinere Communalstrassen hat man die Niveauübergänge in der Weise hergestellt, dass man dieselben auf die Breite der Querschwellenlänge mit Bohlen abdeckte, und ohne jegliche Flach- oder Schutzschiene anlegte. Die Bohlen liegen 2m,50 breit und sind 80mm stark, und das Pflaster des Uebergangs stösst direct dagegen. Die Schwellen füttert man mit Brettern soviel auf, bis die Bohlung um 1½mm unter den Schienen liegt. Diejenigen beiden Bohlen, welche im Gestänge den Schienen am nächsten liegen, kehlt man für das Profil des Radflantsches aus. Der übrige Theil des Wegübergangs wird mit Kopfsteinen oder Feldsteinen soweit gepflastert, als die Bahn breit ist.

Untergeordnete Feldwege erhalten zu beiden Seiten der Schienen nur Streichbohlen und zwischen diesen eine Ausfüllung von Kleinschlag.

Die Länge des Oberbaues und die damit zusammenhängende Breite des Steinpflasters oder der sonstigen Befestigung hängt von der Breite und Bedeutung des Weges, sowie von dem Winkel ab, unter welchem der Weg die Eisenbahn durchkreuzt. Die aus letzterem Umstande sich ergebende Vergrösserung der Breite ergiebt sich durch Rechnung von selbst.

Die hierher noch gehörenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. lauten:

§ 41. Bei Wege-Uebergängen in Gleisen von normaler Spurweite soll der Raum für den Spurkranz 67mm breit und wenigstens 38mm tief sein.

Bei Uebergängen über Gleise mit einer vergrösserten Spurweite ist der Raum für den Spurkranz um ein gleiches Maass über 67mm zu erweitern.

§ 42. Die Rinne ist so zu construiren, dass die übergehenden Zugthiere sich nicht mit einem Theile ihrer Hufe darin festklemmen können.

§ 37. Schutzschienen (Streichschienen) sind bei Wege-Uebergängen gestattet, aber nicht nothwendig.

Sicherheitsschwellen und Sicherheitsschienen, wenn solche als erforderlich erachtet werden, müssen ausserhalb des Normalprofils liegen

§ 6. Pflasterung, Chaussirung oder Verkiesung der Weg-Uebergänge. — Je nach der Bedeutung des Wegübergangs wird derselbe auf die Breite der Fahrstrasse gepflastert oder chaussirt, oder auch nur etwas bekiest. Bei einigermaassen frequenten Strassen ist die Pflasterung jeder anderen Art von Befestigung vorzuziehen.

Ausgenommen hiervon sind die Viehtriften, bei denen gewöhnlich gar keine Befestigung des Oberbaues erforderlich ist, wenn dieselben nicht zugleich auch zum Ueberfahren dienen, in welch letzterem Falle der Oberbau und die Befestigung der Fahrbahn dem Fuhrwerk entsprechend breit zu projectiren ist.

In dem Raume zwischen den Schutzschienen, sowie zwischen den Gleisen und auf einem Stücke ausserhalb der Gleise ist die Pflasterung in der Höhe des Schienenkopfes, ohne Wölbung und auch nicht muldenförmig auszuführen. Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen:

§ 40. Die Ausfüllung des Raumes zwischen den Schienen muss ohne erhebliche Wölbung ausgeführt werden.

Ausserhalb der Gleise giebt man dem Pflaster zweckmässig ein Seitengefälle von $^1/_{25}$ bis $^1/_{40}$.

Die rechtwinklige Breite der Fahrbahn kann in der Regel $0^m,5$ bis $2^m,5$ schmäler gemacht werden, als die festgesetzte Breite der Rampen. Die Länge der Pflasterung in der Richtung der Rampen ist durchgängig bis zum Anschluss der Rampen an den Bahnkörper anzunehmen, dabei jedoch zu berücksichtigen, dass bei schiefwinkeligen Uebergängen das Pflaster rechtwinkelig zur Längenrichtung der Rampen endigen muss. (Siehe Fig. 7 auf Tafel XXVI.)

Bei Anwendung von Spurbohlen ist der Raum zwischen denselben je nach der Bedeutung des Weges mit Steinschlag oder Kies zu befestigen.

Die zu Pflasterungen zu verwendenden Steine sollen möglichst fest sein, müssen sich in Würfelform mit geraden Kopf- und Seitenflächen zuhauen lassen und dürfen keine schiefrige Textur haben. Vorzugsweise eignen sich dazu der Gabbro, der feinkörnige, weniger Feldspath enthaltende Granit, der Basalt (doch wird letzterer an der Oberfläche leicht zu glatt, weshalb keine zu dicken Steine zu wählen sind), der Grünstein, die härteren Kalksteine (Uebergangs-Alpen- und Jurakalke) und von Sandsteinen nur die festeren Gattungen mit kieseligem oder eisenhaltigem Bindemittel.

Eine etwas keilförmige Bearbeitung der Steine und eine gewölbartige Zusammensetzung derselben auf dem Grundbau ist sehr zu empfehlen, damit sich die Steine bei dem Nachrammen des Pflasters fest aneinander setzen und verspannen.

Damit die Zugthiere nicht so leicht ausgleiten und die Abnutzung des Pflasters mehr gleichmässig vor sich geht, darf man die Oberfläche der Pflastersteine nicht über 150 bis 180 $\square^{mm}$ nehmen, und muss die einzelnen Steine möglichst gleich gross machen. Ist dieses zu kostspielig, so müssen die Steine so verlesen werden, dass immer gleich breite in eine und dieselbe Reihe kommen. Bei weicheren Steinen (Sandstein, Kalkstein) nimmt man gewöhnlich eine grössere Breite bis zu 200^{mm} an. Eine gute Form giebt auch die Breite von 80 bis 110^{mm}, die Länge von 120 bis 200^{mm} und die Höhe von 150^{mm}.

In Gegenden, wo man keine Bruchsteine findet, werden auch unregelmässige Schlagsteine zu einem sog. Mosaikpflaster, sowie grössere Flussgerölle oder Kiesel zur Pflasterung verwendet. Diese Steine haben meist eine sehr unregelmässige Gestalt, deswegen sollte man sie nicht unzubereitet verwenden; man sucht vor Allem die eine der Flächen als Kopf eben zu hauen und richtet dann die übrigen Seiten so gut zu, als es die Gestalt und Sprödigkeit der Steine erlaubt.

Bei gänzlichem Mangel an Steinen wendet man, wie in Holland, Ostfriesland und Oldenburg, die härtesten Klinker, auf die hohe Kante gestellt, zum Pflaster an, welches in eine starke Sandbettung gesetzt zwar dem schwersten Frachtfuhrwerke widersteht, aber sehr kostspielig ist.

Jedes Pflaster muss auf einem Untergrunde liegen, welcher das Wasser durchlässt und nicht durch Nässe erweicht wird, z. B. auf Steinabfällen, Kies, Sand. Besteht der Untergrund aus Thon- oder Dammerde, so sollte das Pflaster auf eine 300mm hohe Sand- oder feine Kieslage gesetzt werden; besteht derselbe aus Steinen, so ist so viel Sand nöthig, als zur Einsenkung des Pflasters bei dem Nachrammen erfordert wird, wozu eine Schicht von 90 bis 120mm genügt.[11]) Jeder Stein ist fest zu unterstopfen, in den Stossfugen gehörig mit Sand zu speisen und an die bereits gesetzten Steine so dicht wie möglich anzutreiben. Das Pflaster ist hinreichend überhöht zu setzen und bei sorgfältigem Einspülen von Sand bis zur völligen Festigkeit nach der Schablone zu rammen.

Bei den Niveau-Uebergängen, auf welchen der Oberbau auf Querschwellen mit Stühlchen hergestellt ist, kann man Pflastersteine von 150 bis 180mm Höhe mit einer Sandschicht von 50 bis 80mm Dicke über den Schwellen verwenden, bei den Uebergängen jedoch, auf welchen die 130mm hohen Schienen ohne Stühlchen direct auf den Querschwellen liegen, muss die Höhe der Pflastersteine auf 100 bis 120mm und die Dicke der Sandschicht auf 20 bis 30mm vermindert werden.

Bei frequenten Niveau-Uebergängen in Städten werden zuweilen zum besseren Anschluss an die Asphalt- oder Platten-Trottoirs der anstossenden Strassen zu beiden Seiten der gepflasterten Fahrbahn Fusswege von Steinplatten hergestellt, so dass sie mit alleiniger Unterbrechung der unvermeidlichen Spurkranz-Rinnen eine den gewöhnlichen Platten-Trottoirs ganz gleiche Fläche darbieten, welche, in der Höhe der Schienen-Oberkante liegend, auch überall mit dem nöthigen Gefälle angeordnet und durch Parallel-Gossen entwässert, dann auch einen ebenen und jederzeit trockenen Weg gewähren. Zu dem Ende werden 110 bis 125mm dicke Platten von hartem Sandstein oder Granit etc. in möglichst grossen Stücken, regelmässig auf die Breite des Fusswegs zusammengefügt und dicht schliessend zwischen die Gleise in dem Material der Bahnbettung verlegt, und wie bei den Bahnschwellen mit der Stopfhacke unterstopft. Wesentlich ist dabei, dass die Platten weder unmittelbar auf den Schwellen aufliegen, noch auch die Schienen irgendwo berühren, damit keine Erschütterungen auf dieselben übertragen werden, welche die genaue und ebene Lage derselben sehr bald beeinträchtigen; ferner, dass die an die Hinterseiten der Schienenköpfe stossenden Plattenkanten in unmittelbarer Nähe der Schienen etwa 10mm tiefer als deren Kopffläche liegen, damit, wenn beim Uebergehen der Räder der Oberbau sich drückt, die Laufflächen der Räder die Platten nicht berühren. Bei Reparaturen an den Gleisen werden die Platten einfach aufgenommen und können dieselben nach Beendigung der Reparatur sehr leicht und rasch wieder in ihre frühere Lage gebracht werden, so dass die Communication auf dem Fusswege nur eine möglichst kurze Zeit unterbrochen wird. Die Details dieser zweckmässigen Construction sind in Buresch's »Beitrag zur Construction der Wege-Ueberführungen« im Organ 1865, p. 150, nebst Abbildungen enthalten.

Die Befestigung der Rampen, welche sich an das Pflaster des Niveauüberganges anzuschliessen hat, wird gewöhnlich nach Maassgabe der früheren Befestigung des alten Weges ausgeführt und dabei als Grundsatz festgehalten, dass die Befestigung der Rampe nicht schlechter sein darf, als die des alten Weges.

Da jedoch die Rampen wegen der frischen Anschüttung, der Ansteigung und der meistens geringeren Breite leicht in eine mangelhafte Beschaffenheit gerathen, so ist erforderlichen Falles auch bei denjenigen Rampen, als Fortsetzung solcher Wege,

---

[11]) Vergl. Becker, M., der Strassen- und Eisenbahnbau, p. 58.

welche überhaupt nicht künstlich befestigt waren, eine 150 bis 200mm starke Befestigung durch Kies etc. anzuwenden.

Bei Chausseen und besteinten Communalwegen ist die Befestigung der Rampen in der Regel der früheren Befestigung gleich, als Pflasterung, Steinschlag oder Kiesbahn anzunehmen.

In England geschieht die Befestigung der Niveauübergänge nicht selten vermittelst klein geschlagener Steine, welche mit einer Mischung von Steinkohlentheer und Pech umgeben sind. Die dadurch hergestellten Strassen sind demnach theils macadamisirt, theils asphaltirt; es fährt sich darauf elastisch und angenehm.

Die Steinschlagbahnen sind mit Bordsteinen einzufassen, die unteren Steinschlaglagen können aus weicherem Material bestehen und erhalten ein gröberes Korn (50 bis 70mm Seite des Würfels). Der Steinschlag zur Decklage aus dem festesten und gleichmässigsten Material erhält im Korn eine Stärke von 30 bis 50mm Seite (in Würfelform). Die Mächtigkeit des Unterbaues wird nach der Beschaffenheit des Materials, der Stärke des Steinbahnkörpers etc. bestimmt, und in gleichmässiger Dicke über die ganze Fahrbahn ausgebreitet und festgewalzt, sodass er nur bis 75mm unter die Oberkante der Bordsteine hinaufreicht. Ist festeres Deckmaterial nicht erheblich theurer als Gestein zum Unterbau, so erhält die Decklage in der Mitte mindestens 100mm Stärke, an den Kantensteinen mindestens eine volle Schicht (also 30 bis 40mm stark). Die Decklage ist ebenfalls so lange festzuwalzen, bis die Räder belasteter Fuhrwerke keine Eindrücke mehr hinterlassen.

§ 7. Verschlussvorrichtungen der Niveau-Uebergänge. — (Allgemeines, Eintheilung.) — Die Verschlussvorrichtungen oder Barrièren werden sehr verschieden ausgeführt; dieselben müssen vor Allem so construirt sein, dass sie sich so leicht als möglich bewegen lassen, dass sie dauerhaft sind und den verschiedenen Kräften, welche eine Beschädigung hervorzubringen trachten, gehörigen Widerstand entgegensetzen, sowie dass sie in der Unterhaltung möglichst ökonomisch sind.

Die Breite der Barrièren steht im Allgemeinen mit der Breite der Strassen im Verhältniss. Es kommt jedoch häufig vor, dass sehr frequente Communal- und Ortsstrassen breitere Barrièren verlangen, als solche Staatsstrassen, auf welchen der Verkehr weniger lebhaft ist.

Bei den Französischen Bahnen haben (nach Goschler I, p. 216) die Oeffnungen, welche den verschiedenen Barrièren entsprechen, folgende Weite:

Bezeichnung der Strasse.	Classe.	Breite der Strasse. Meter.	Oeffnung zwischen den Barrièrepfosten für Wagen. Meter.	Gang für Fussgänger. Meter.	Bemerkungen.
Kaiserliche Strassen . .	1	6—8	6—8	0,70	Die Oeffnung zwischen
Departementsstrassen. .	2	4—6	5—7	0,70	den Barrièrepfosten ent-
Wichtige Vicinalstrassen	3	3—5	4—6	0,55—0,70	spricht im Allgemeinen
Gewöhnliche Landstrass.	4	4	4	0,55	der Oeffnung von Weg-
Feldwege	5	4	3,60	—	brücken über der Bahn
Fusswege	6	1,50	—	0,70	von derselben Classe.

Auf den Schweizerbahnen sind die Oeffnungen der Niveauübergänge immer gleich der Entfernung zwischen Brüstungsmauern von Kunstbauten, die sich auf dieser Strasse vorfinden.

Laufende Nummer.	Bezeichnung der Strassen.	Classe.	Breite der Strassen. Meter.	Oeffnung der Barrièren. Meter.	Bemerkungen.
1	Hauptstrassen . .	1	9,00	7,20	Die Dimensionen gestatten das Vorbeifahren von 2 breiten Wagen mit 2 Pferden.
2		2	8,10	6,30	
3		3	7,20	5,40	Das Ausweichen v. 1 breiten Wagen mit 1 gewöhnlichen W. mit 2 Pferden.
4	Communalstrassen	1	7,20	5,40	Ausweichen von 2 gewöhnlichen Wagen mit 2 Pferden.
5		2	6,30	4,50	Für 1 Wagen mit 2 Pferden und 1 Fussgänger.
6		3	5,40	3,60	Für 1 Wagen mit 1 Pferd u. 1 Fussg.
7	Feldwege	1	5,40	4,50	Für Wagen mit 2 Pferden u. 1 Fussg.
8		2	4,50	3,60	Für Wagen mit 1 Pferd u. 1 Fussg.
9		3	3,60	2,70	Wagen mit 1 Pferd od. 1 Handkarren.
10	Fusswege	1	2,70	2,70	
11		2	1,80	1,80	Für Traglasten und Fussgänger.
12		3	1,80	1,50	

Bei den schrägen Wegübergängen ist es zu empfehlen, die Barrière wo möglich rechtwinkelig zur Achse des Weges anzubringen, wodurch die Barrière kürzer wird; da jedoch oft hierzu der Raum fehlt, so ist man genöthigt, die Barrièren parallel zur Bahn anzubringen. In solchem Falle müssen sie manchmal sehr beträchtliche Weiten erhalten, weil die Breite des Weges an dieser Stelle gewöhnlich nicht eingeschränkt werden darf. In der Regel sollen die Barrièren den Weg in einer Weite schliessen und nur bei sehr breiten Wegübergängen (Triften etc.) kann eine Ausnahme gemacht und in der Mitte ein fester Ruhepfahl oder eine zweiflügelige Dreh- oder Thorbarrière angewendet werden. Der geringste, noch zulässige Abstand der Barrière von der Bahnachse wird durch

§ 169 der technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmt, welcher lautet:

Ausserhalb der Bahnhöfe soll, von der Mittellinie jedes Gleises aus gerechnet, das Planum der Bahn auf $1^m,700$ Breite von allen losen Gegenständen freigehalten werden, deren Oberfläche bis zu 300^{mm} über den Schienen erhöht ist. Alle höheren Gegenstände müssen 2^m entfernt gehalten und fest gelagert werden.

Man nimmt gewöhnlich diese Entfernung von der äusseren Schiene bis zu dem nächsten Punkt der Barrière auf $1^m,50$ an. Bei denjenigen Drehbarrièren jedoch, welche sich nach der Bahn hin öffnen, müssen die Barrièren so weit von der Bahn abgerückt werden, dass bei geöffneten Flügeln zwischen diesen und der äusseren Schiene mindestens ein freier Raum von $1^m,25$ bleibt.

Die anderen auf die Barrièren im Allgemeinen Bezug habenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. lauten:

§ 44. Die Niveau-Uebergänge sind mit leicht sichtbaren Barrièren in angemessener Entfernung von dem nächsten Bahngleise zu versehen.

Für Fussgänger können die Niveau-Uebergänge mit Drehkreuzen und anderen in mindestens gleicher Weise sichernden Verschlüssen versehen werden.

§ 172. Die Uebergänge von Chausseen und stark befahrenen Communalwegen sollen beim Passiren der Züge im Dunkeln beleuchtet sein, wozu die Handlaterne des Wächters als genügend erachtet wird.

Die bis jetzt gebräuchlichen Verschlussvorrichtungen bei Niveauübergängen lassen sich folgendermaassen eintheilen:

A) in Schiebe-Barrièren, bei welchen die Absperrstange zum Verschieben in der Längenrichtung eingerichtet ist (Tafel XXIII, Fig. 1, 2 und 4—7);

B) in Dreh-Barrièren,

1) Einlegebarrièren, bei welchen die Absperrstange an dem einen Ende mit einem Gelenke befestigt, mit dem andern in einen Haken eingehängt wird (Tafel XXIII, Fig. 3);

2) Drehbarrièren mit einer verticalen Drehachse,

a. Sperrbaum-Drehbarrièren,

α. eintheilige (Sperrbaum-Drehbarrière mit Gegengewicht), (Tafel XXIII, Fig. 9 und 10);

β. zweitheilige Sperrbaum-Drehbarrière (Tafel XXIII, Fig. 11 und 12);

b. Thorbarrièren, dieselben bestehen entweder aus Holz oder Eisen, mit Gitterwerk aus Latten, Stäben oder Draht,

α. einflügelige Thore,

β. zweiflügelige Thore (Tafel XXIV, Fig. 15 und 16);

3) Drehbarrière mit einer horizontalen Drehachse (Schlagbaum-Barrière), (Tafel XXVI, Fig. 9 und 10);

C) in gewöhnliche Kettenbarrièren, zum Aus- und Einhängen am einen Ende, am anderen Ende fest (Tafel XXIII, Fig. 8);

D) in Rollbarrièren, hölzerne oder eiserne Gitterthore zum Schieben auf Laufrollen (Tafel XXIV, Fig. 17—20);

E) in Drahtzug-Barrièren, welche mittelst eines Drahtzuges vom Wächter aus der Ferne bedient werden;

1) Barrièren mit verticaler Drehachse. Die Barrière besteht entweder aus einem einfachen Sperrbaum mit Drehständer und Bug, oder aus einem vollständigen Thor, und kann aus Holz oder Eisen gefertigt sein (System Trouchon Taf. XXVIII, Fig. 5, 6 u. 7, System Scheffler);

2) Barrièren mit horizontaler Drehachse (Schlagbaum),

a. solche, bei welchen der Schlagbaum am hinteren, kürzeren Arm das Uebergewicht hat (System Alisch Tafel XXIV, Fig. 1—5, System Büssing Tafel XXVII, Fig. 1—3),

b. solche, bei welchen der Schlagbaum am vorderen Arm das Uebergewicht hat (System Reder Taf. XXIV, Fig. 6, System Barth),

c. solche, bei welchen das Gegengewicht eine besondere Drehachse erhalten hat und ohne feste Verbindung auf das kürzere Hebelende des Schlagbaumes aufgelegt ist (System Kirchwegers. Taf. XXIV, Fig. 9—14, System Wilke),

d. solche, bei welchen das Gegengewicht so normirt ist, dass der Schlagbaum sich bei jeder Stellung im Gleichgewicht befindet und zwei getrennte Drahtzüge, der eine zum Schliessen, der andere zum Oeffnen, benutzt werden (System Oberbeck Taf. XXV, Fig. 1—10; System Trouchon Tafel XXVIII, Fig. 5—7);

3) Ketten-Barrièren,

a. einfache Kettenzug-Barrière (Drahtzug-Barrière mit Kettenverschluss), (Tafel XXV, Fig. 11 und 12);

b. Kettenthorbarrièren, bestehend aus einer starken horizontalen Spannkette mit einer Reihe dünner Verticalketten, welche mittelst Windevorrichtung angespannt und in eine Strassenrille versenkt werden können (System Basler Tafel XXV, Fig. 13—16);

4) Schiebestangen-Drahtzugbarrière. Bei dieser sind wie bei 2) d. zwei getrennte Drahtzüge zum Oeffnen und Schliessen erforderlich (Taf. XXV, Fig. 17—19);

5) Drahtzugbarrièren mit Läutewerken, welche

a. einen besonderen Draht zur Bewegung des Läutewerks erfordern (Taf. XXIV, Fig. 6, Tafel XXV, Fig. 11, 13 und 16),

b. keinen besonderen Draht nöthig machen, und bei welchen

α. erst während des Schliessens der Barrière geläutet werden kann (Taf. XXIV, Fig. 1, 2, 9, 12 und 21, Taf. XXV, Fig. 1, 2, 3, Taf. XXVI, Fig. 11),

β. schon eine bestimmte Zeit vor dem Schliessen der Barrière die Glocke selbstthätig mehrere Male angeschlagen wird (Tafel XXVI, Fig. 12 u. Taf. XXVII, Fig. 2 u. 3, Taf. XXVIII, Fig. 2, 3 u. 5);

F) in Barrièren für Fussgänger, die sich stets von selbst schliessen, und welche neben den obigen Thorbarrièren (B 2, b) angewandt werden, damit die grösseren Barrièren zum Absperren von Fuhrwerk und Vieh längere Zeit vor dem Passiren des Zuges geschlossen werden können, während die Passage für Fussgänger noch durch diese Nebenbarrièren gestattet ist. In Frankreich sind dieselben vielfach im Gebrauche. Auch in Deutschland sind dieselben auf den Oldenburgischen Staatsbahnen in Anwendung gekommen, während man auf anderen Bahnen dieses Reiches vorzieht, die Barrièren für Fussweg-Uebergänge, welche neben den Strassenübergängen liegen, als Schiebe- oder Schlagbaum-Barrièren zu construiren. Man unterscheidet in Frankreich in dieser Hinsicht namentlich:

a. Portillons (Nebenthüren aus zwei festen Lattenflügeln bestehend, die im Winkel von 90° zu einander stehen und sich um eine gemeinschaftliche Achse drehen) (Taf. XXIV, Fig. 15 und 16 bei D);

b. Guichets (Schlupfpforte, welche sich in einen kleinen eingezäunten Raum öffnet und diesen nach der einen oder anderen Seite abschliesst), wie auf Tafel XXIV in Fig. 17 und 18 bei *FF'* und auf Taf. XXV in Fig. 20 zu ersehen ist;

c. Tourniquets (das bekannte Drehkreuz, oder der Drehstock, Triller etc.), auf Tafel XXIV in Fig. 7 und 8 bei *G* und auf Tafel XXV in Fig. 17ᵃ dargestellt.

Auch auf den deutschen Eisenbahnen hat man viel mit dem Verschluss der Wegübergänge im Niveau experimentirt, ist aber schliesslich auf die einfachsten Verschlussbarrièren zurückgekommen. Die complicirteren Thorbarrièren werden hier fast

nirgends auf freier Bahn, sondern nur bei Wegübergängen in Städten und in der Nähe belebter Orte verwendet, dagegen kennt man in Frankreich, wo überhaupt eine vollständigere Einzäunung und Abschluss des Bahnterrains nach den anliegenden Grundstücken besteht, die einfachen Stangen-, Ketten- und Drahtzugbarrièren fast gar nicht.

§ 8. Schiebe-, Dreh- und Kettenbarrièren. — Die auf Tafel XXIII dargestellten einfachen Barrièren sind auf den deutschen Eisenbahnen am meisten im Gebrauch. Für kleine Feldwege wird gewöhnlich die Einlegebarrière (Fig. 3) verwendet; bei dieser bestehen die beiden $200^{mm} \times 200^{mm}$ starken Stiele oder Pfosten aus kantigem, an den Ecken abgefaastem Eichenholze, die Stange aus 105^{mm} starkem Fichten-, Birken- oder Buchenholze; die Stange ist mit zwei eisernen Oesen und einem Kettenscharnier versehen, und mit aufgeklöbten, mit Holzschrauben angezogenen Bändern beschlagen; ein Winkelhaken dient zum Einlegen der Stange. Das ganze Eisengewicht beträgt ca. 4,5 Kilogr.

Die Schiebebarrière (Fig. 1 und 2) und die Drehbarrière mit Gegengewicht (Fig. 9) verwendet man meist für Wege von 4 bis 6 Meter Weite. Bei ersterer sind drei Stiele von $200^{mm} \times 200^{mm}$ starkem kantigem Eichenholze erforderlich, die Schiebestange besteht aus rundem, 110^{mm} starkem Birken- oder Kiefernholze; dieselbe wird in geöffneter Lage durch einen dachförmig bedeckten, rinnenartigen kiefernen Kasten vor den Witterungseinflüssen geschützt und zugleich sicher geführt.

Die Drehbarrière mit Gegengewicht (Fig. 9 und 10) ist hergestellt aus einer Wende- und Anschlagsäule von $200^{mm} \times 200^{mm}$ starkem Eichenholze, die unterhalb mit $105^{mm} \times 105^{mm}$ starken eichenen Kreuzarmen versehen sind, und aus dem kiefernen, 130^{mm} starken Barrièrebaum mit einer Verstärkung am hinteren Ende; auf demselben wird ein Werkstein von 630^{mm} Länge, 210^{mm} Höhe und 235^{mm} Breite mit rauh gespitzten Flächen mittelst zwei eingelassenen eisernen Klammern (1 Kilogr. schwer) befestigt. Zur Befestigung der Verstärkung des Barrièrebaumes dienen vier Schraubenbolzen mit Halsringen 260^{mm} lang, 16^{mm} stark, mit Kopf, Mutter und Scheibe zusammen 8 Kilogr. schwer, und zum Verschluss ein Haken mit Kette, Oese und Vorstecker im Gewicht von 1,5 Kilogr.

Die zweitheilige Drehbarrière (Fig. 11 und 12) erfordert an Eichenholz: zwei Wendesäulen $210^{mm} \times 210^{mm}$ stark, acht Streben $150^{mm} \times 150^{mm}$ stark, vier Schwellen $150^{mm} \times 150^{mm}$ stark und zwei Anschlagsäulen $130^{mm} \times 130^{mm}$ stark, ferner an Kiefernholz: zwei Stiele $185^{mm} \times 185^{mm}$ stark, zwei Holme $130^{mm} \times 130^{mm}$ stark und zwei Streben 130×130^{mm} stark. Der Beschlag besteht aus je zwei am hinteren Ende der Wendesäulen verschraubten Gehängen nebst Dornen und Pfanne, ferner aus zwei Winkelbändern mit vier Schrauben zur Befestigung von Holmen und Stielen, in Summa für jede Seite 9 Kilogr. Eisen. Zum Verschluss dient ein Vorschubriegel mit zwei Einlegehaken, Oese und Vorlegeschloss, zusammen 5 Kilogr. schwer, ausserdem sind noch zwei Stützhaken, zusammen 1,5 Kilogr. schwer, für die Anschlagpfähle und zwei Pfannensteine von ca. 0,035 Cubikm. Grösse erforderlich.

Da die hölzernen Barrièren zur besseren Conservirung stets gut im Oelfarben-Anstrich erhalten und dennoch nach Verlauf von 10 bis 15 Jahren erneuert werden müssen, so hat man in neuerer Zeit auf mehreren deutschen Eisenbahnen, z. B. der Badischen Staatsbahn, den Pfälzischen Eisenbahnen etc. angefangen, auch bei diesen Theilen des Eisenbahnbaues die mangelhafte Holzconstruction zu verlassen und zu den solideren Constructionen von Stein und Eisen überzugehen.

Auf den neueren Badischen Bahnstrecken Heidelberg-Würzburg, Durlach-Mühlacker etc. sind steinerne Pfosten bei den Barrièren allgemein angewandt und wird dabei der Verschluss entweder durch Ketten (einfache Gliederketten aus 9^{mm} starkem Eisendraht, wovon der laufende Meter ca. 2,3 Kilogr. wiegt), wie Fig. 8 auf Tafel XXIII zeigt, oder durch Schiebelatten (Fig. 4—7) bewirkt.

Die einfachen Schiebelatten (Fig. 4 und 5) bei Barrièren bis 5 Meter Weite werden von schmiedeisernen Bügeln, die an der vorderen Seite der Steinpfosten

angeschraubt sind, gehalten und ruhen zur leichteren Bewegung auf gusseisernen Rollen, die zwischen Bügel und Stein auf einem durchgehenden Bolzen angebracht sind. (Siehe Fig. 5.)

Bei Barrièren bis zu 8 Meter Weite sind, wie Fig. 6 zeigt, die 240^{mm} hohen und 45^{mm} starken Schiebelatten durchbrochen und an den Bügeln ober- und unterhalb Leitrollen angebracht. Bei dem Oeffnen wird diese Schiebelatte in Entfernungen von 2 bis 3 Meter noch durch zwei kleine steinerne Stützpfosten (Fig. 7) — wovon der eine (nächste) mit zwei Rollen, der entferntere mit einer Leitrolle zwischen dem den Stein umfassenden und oben zusammengezogenen Bügel versehen ist — unterstützt.

Bei sehr frequenten Wegübergängen sind die Schiebelatten ganz aus schmiedeisernen Stäben (oben und unten aus leichtem T-Eisen mit dazwischen genieteten Gitterstäben) construirt.

Auch bei der Schweizer Nordostbahn wurde seit dem Beginn des Jahres 1865 sowohl eine neue Bahnstrecke durchaus mit eisernen Schiebe-, Zug-, Klotz- und Räderbarrièren versehen, als auch von der Zeit ab damit begonnen, alle auf dem älteren Netze dieser Bahn befindlichen und in Abgang kommenden hölzernen Gegenstände der Art durch eiserne zu ersetzen, wobei vorzugsweise darauf gesehen wird, dass überall, wo es irgend thunlich ist, ausgenutzte ganze Schienen oder Schienenstücke (so namentlich zu den Barrièrepfosten) zur Verwendung kommen, um die alten Schienen, welche meist einen äusserst geringen Werth haben, auszunutzen.

Die Verwaltung dieser Bahn lässt ebenso auch andere Strecken-Ausrüstungsgegenstände, wie Abtheilungszeichen, Sicherheitsgeländer auf Strassen, Brücken etc. ganz in Eisen herstellen und fährt dabei in zwei Richtungen gut, denn sie kann die sonst wenig Werth habenden alten Schienen noch zu einem angemessenen Preise verwerthen und sie schafft sich mit denselben bauliche Einrichtungen, die fast gar keine Reparatur erfordern, und die auch im Falle des Entbehrlichwerdens immer noch einen reellen Werth haben.

Ebenso werden bei den neuen Linien der Sächsischen Staatsbahnen alle Barrièren und sonstigen Streckenausrüstungsgegenstände in Eisenconstructionen auf Steinfundamenten ausgeführt, und die abgängigen Holzconstructionen der alten Linien durch eiserne ersetzt. Die daselbst hergestellten Kettenbarrièren für Niveauübergänge, die ein einziger Grundbesitzer benutzt, bestehen aus je zwei Säulen von T-Eisen (52^{mm} Basis und Höhe, $6^1/_2{}^{mm}$ Stärke, 1 laufender Meter = 4,77 Kilogr.), wobei der Steg nach der Mitte des Ueberganges gerichtet ist, um an diesen mittelst Bügel und Schloss die Kette zu befestigen. Zu dem Fundament sind rohe Quader, in welche die Säulen eingelassen sind, verwendet. Die Schiebebarrièren für mittelmässig belebte, in der Nähe eines Wärters befindliche Niveauübergänge haben zwei Säulen von ebensolchem T-Eisen mit je einem angenieteten Bügel von Flacheisen und tragen eine an diese Bügel angenietete halbkreisförmige Blechrinne, in die für den Wasserablauf einige Löcher gebohrt sind. In der Rinne liegt die hölzerne Zugstange mit eisernem Griffe. Eine dritte T-Eisensäule, genau wie die beiden anderen construirt, dient zur Auflage der vor den Uebergang gezogenen Stange am freien Ende der letzteren.[12])

[12]) Das Organ 1868, p. 231 enthält von diesen Barrièren und von den anderen eisernen Strecken-Ausrüstungsgegenständen genaue Zeichnungen.

Die Herstellungskosten dieser Barrièren sind unter den Preisermittelungen sub 9 und 10 (Seite 470) angegeben und sind nicht höher als derartige hölzerne.

Offenbar sind aber die Pfosten oder Säulen dieser Barrièren etwas schwach und bieten zu geringe seitliche Widerstandsfähigkeit. Es wäre ohne Zweifel die Verwendung von alten Schienenstücken zu diesem Zwecke angemessener gewesen und hätte keine grösseren Kosten erfordert.

In England, wo nur selten Wegübergänge im Niveau der Bahn vorkommen, hat man in der Regel horizontal drehbare Barrièren zu deren Verschluss angewendet. Der Drehbaum der einen Seite der Bahn ist mit dem Drehbaum der anderen Seite durch eine unter den Schienen durchreichende Kette in solcher Weise verbunden, dass beide Barrièren sich gleichzeitig öffnen und schliessen und der Wärter zu diesem Zwecke die Bahn nicht zu überschreiten braucht. An den Drehpfosten der Flügel sind Haltescheiben und Laternen angebracht, welche nach geöffneter Barrière nach der Bahn hin, bei geschlossener Barrière nach der Strasse zu das Haltezeichen geben. Die Wegübergangsthore sind so dicht construirt, dass das Vieh nicht durchkriechen kann. Bekanntlich sind die englischen Bahnen auf beiden Seiten ganz eingefriedigt.

Bei frequenten Niveauübergängen in der Nähe bevölkerter Orte müssen die Barrièren häufig auf die ganze Höhe und Breite ihres Abschlusses mit einer engen Verlattung oder Vergitterung versehen sein, damit auch Kinder und kleineres Vieh von der abgesperrten Bahn abgehalten werden können. Man wendet zu dem Zwecke Thorbarrièren mit einem oder zwei Flügeln an.

Die Thorbarrièren mit einem Flügel sind nur bei schmalen Uebergängen von 3 bis 4 Meter Breite zu empfehlen, obwohl sie in Frankreich auf der Mülhauser Linie der Ostbahn sehr häufig bis zu 5 und 6 Meter Weite und bei der Nordbahn selbst bis zu 8 Meter Lichtweite verwendet werden. Da aber die Last des einen breiten Thorflügels eine sehr bedeutende ist, so muss der Thorpfosten, an welchem der Flügel drehbar hängt, sehr kräftig construirt und gut fundamentirt, sowie der Flügel selbst mit sehr starken Eisenbeschlägen versehen sein; dennoch verbiegen sich die Drehzapfen, und es verschieben und verziehen sich die grossen Barrière-Rahmen, in Folge dessen die Barrièren nicht mehr leicht geöffnet und geschlossen werden können. Diese Verschlussvorrichtungen sind für die Verwaltung eine fortwährende Veranlassung von Unannehmlichkeiten, Beschwerden, bedeutenden Unterhaltungskosten und Schadenersatz in Folge von Unfällen.[13])

Die zweiflügligen Thorbarrièren können leichter construirt und solider ausgeführt werden, auch sind sie in der Unterhaltung weniger kostspielig; aber sie bieten die Unbequemlichkeit, dass der Wärter beim Oeffnen und Schliessen zweimal den Weg (mit jedem Thorflügel) überschreiten muss und hierzu die doppelte Zeit nöthig hat.

Eine zweckmässige zweiflüglige Thorbarrière ist die in Fig. 15 und 16 auf Tafel XXIV dargestellte von der französischen Ostbahn. Sie besteht aus den eichenen 250×250^{mm} starken Pfosten *AA*, die $2^m,15$ hoch über dem Terrain herausragen, und ungefähr noch $1^m,0$ tief in den Boden eintreten und mit einer angezapften Grundschwelle und den Streben *aa* versehen sind; diese Pfosten reichen gewöhnlich bis zum gewachsenen Boden und werden gut mit Steinen umstampft oder, wenn es

---

13) Vergl. **Goschler**, Ch., Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des Chemins de fer. Tome I, p. 227.

nöthig, mit massivem Mauerwerke umgeben. Die Thorflügel *B B* haben an den Enden nach der Mitte eine Höhe von 1m,15 und nach den Pfosten *A* hin eine Höhe von 1m,60; sie bestehen aus einem Rahmen von Eichenholz (den Stücken *b*, *c*, *f* und *g*) und sind durch Verzapfung und aufgeschraubte eiserne Winkel gut mit einander verbunden, ausserdem ist in derselben Weise noch die Diagonalstrebe *d* eingefügt. Das Stück *f* (der Drehpfosten) hat eine Breite von 200 bis 250mm und eine Dicke von 110mm, während die übrigen Stücke des Rahmens 110 bis 150mm breit und 75mm dick sind. Der Drehpfosten *f* ist oberhalb mit einem 100mm starken abgerundeten Zapfen versehen, welcher von einem ringförmigen, an dem Pfosten *A* befestigten Zugbande oder einer solchen Schraube umschlossen wird; unterhalb ist in den Drehpfosten *f* ein eiserner, am unteren Ende sphärischer Drehzapfen eingelassen und am Aufspalten durch einen warm aufgetriebenen eisernen Ring verhindert; der Drehzapfen ruht in einer eisernen Pfanne, welche consolartig seitlich an den Pfosten *A* angeschraubt ist. Um das Niedersetzen der Thorflügel in der Mitte vollkommen zu verhüten, ist ausser der Strebe *d* an jedem Flügel noch die diagonale eiserne Zugstange *e* angebracht, welche, aus je zwei Hälften bestehend, mit rechten und linken Schraubengängen versehen ist und durch eine rahmenförmige Mutter leicht angespannt werden kann.

Auf diese Rahmen sind ausserhalb tannene Latten von 47mm Breite und 22mm Dicke genagelt, welche ca. 100mm von Mitte zu Mitte entfernt sind. Zum Verschluss dieser Barrièren dienen unterhalb Federriegel, welche in Schliesskloben eintreten, die in einen im Strassenpflaster versenkten Stein eingelassen sind, und oberhalb ein langer eiserner Vorreiber, welcher, in der Mitte drehbar, an dem einen Anschlagestück *g* befestigt ist und in einen am anderen Anschlagestücke angebrachten Haken sich einlegen lässt.

Die Herstellungskosten dieser Barrièren sind ziemlich bedeutend, indem

Barrièren	von	6	Meter	Weite	377	Frcs.	76	Cent.	= 302,21 Mk.
»	»	5	»	»	331	»	44	»	= 265,15 »
»	»	4	»	»	219	»	76	»	= 175,81 »
»	»	3,60	»	»	195	»	67	»	= 156,54 »

kosten, wenn solche auf dem gewachsenen Boden, ohne Mauerwerk, fundamentirt werden; ist letzteres erforderlich, so müssen für den Cub.-Met. noch weitere 11 Frcs. = 8,80 Mk. hinzugerechnet werden.

Die Flügelthorbarrièren haben den grossen Uebelstand, dass die horizontal schwingenden breiten Thorflügel bei der Bewegung einen bedeutenden Raum erfordern und nicht eher gewendet werden können, bis der ganze Wegübergang von Passanten geräumt ist. Die Thorflügel werden daher in Frankreich, wo diese Verschlussvorrichtung sehr verbreitet ist, sehr häufig nach dem Bahnterrain hin geöffnet und öfters nur in Entfernungen von 1m,50 von der äusseren Schiene entfernt aufgestellt, um auch an der Länge der Pflasterung oder Chaussirung des Wegübergangs zu sparen. Die in solcher Weise angeordneten Barrièren widerstehen jedoch, wenn sie unvollkommen geschlossen sind, nicht immer dem Andrange und den Stössen von Menschen und Thieren, und können sich leicht gerade im Augenblicke des vorbeifahrenden Zuges öffnen. Es ist daher stets die Anordnung, die Flügel nach Aussen öffnen zu lassen, mehr zu empfehlen und nur in den Fällen, wo locale Verhältnisse derselben ein Hinderniss entgegensetzen, die erstere Einrichtung zu gestatten. Ferner lassen sich Flügelthorbarrièren bei sehr breiten Wegübergängen, oder wo die Strasse die Bahnlinie unter sehr spitzem Winkel schneidet, oder wo zwei Parallelwege mit einem dritten Wege zusammen über die Bahn geführt werden, nicht anwenden, und muss

man in diesen Fällen, wo die oben beschriebenen Schiebe- oder Schlagbaumbarrièren wegen ungenügenden Abschlusses nicht anwendbar sind, hölzerne oder eiserne Gitterthore, zum Schieben auf Rollen ruhend (§ 10), in Anwendung bringen.

Preisermittelungen.

1. Für einen $3^m,75$ weiten Uebergang, 2 Stück Einlegebarrièren (Fig. 3, Tafel XXIII, Holztheile mit Bearbeitung und Aufstellen, Beschlag und Oelfarbenanstrich) à 20 Mk. = 40 Mk.

2. Für einen $4^m,75$ weiten Uebergang, 2 Stück Einlegebarrièren à 22 Mk. = 44 Mk.

3. Für einen $4^m,75$ weiten Uebergang, 2 Stück Schiebebarrièren (Fig. 1, Taf. XXIII, Holztheile mit Bearbeiten, Aufstellen und Oelfarbenanstrich) à 27 Mk. = 54 Mk.

4. Für einen $4^m,75$ weiten Uebergang, 2 Stück Drehbarrièren mit Gegengewicht (Fig. 9, Tafel XXIII, Holztheile mit Bearbeiten und Aufstellen, Stein für das Contregewicht, Beschlag und Oelfarbenanstrich) à 51 Mk. = 102 Mk.

5. Für einen $5^m,50$ weiten Uebergang, 2 Stück Drehbarrièren (Fig. 9, Taf. XXIII) à 53 Mk. = 106 Mk.

6. Für einen $7^m,50$ weiten Uebergang, 2 Stück zweitheilige Drehbarrièren (Fig. 11 und 12, Tafel XXIII, Holztheile mit Bearbeiten und Aufstellen, Beschlag, Pfannensteine und Oelfarbenanstrich) à 117 Mk. = 234 Mk.

7. Für einen $9^m,40$ weiten Uebergang, 2 Stück zweitheilige Drehbarrièren (wie letztere, jedoch verstärkt durch ein Steifholz und eine eiserne Zugstange) à 126 Mk. = 252 Mk.

8. Für einen $5^m,0$ weiten Uebergang, 2 Stück Kettenbarrièren mit Steinpfosten (Fig. 8 Tafel XXIII, ein Steinpfosten je nach der Oertlichkeit 7,50 — 12 Mk., die Kette mit Beschlag 12 Mk.) à 27 — 36 Mk. = 54 — 72 Mk.

9. Für einen $4^m,5$ weiten Uebergang, 2 Stück Kettenbarrièren mit Pfosten aus T-Eisen (13 Kilogr. Schmiedeisen und $4^3/_4$ lauf. Meter Kette incl. 0,2 Cub.-Meter Fundamentquader) à 18,50 Mk. = 37 Mk.

10. Für einen 5 bis 6 Meter weiten Uebergang, 2 Stück Schiebebarrièren mit je drei Pfosten von T-Eisen, halbkreisförmiger Blechrinne und runder hölzerner Zugstange (13 Kilogr. Schmiedeisen incl. $0^m,3$ Cub.-Met. Fundamentquader) à 27 Mk. = 54 Mk.

Die Drehbarrièren mit verticaler Achse haben den Nachtheil, dass die horizontal schwingenden Sperrbäume nicht eher gewendet werden können, als bis der ganze Wegübergang von den Passanten geräumt ist. Jeder während des Schliessens noch darüber Eilende verzögert den Schluss der Barrièren, wodurch leicht Gefahren herbeigeführt werden können.

Bei den Schiebebarrièren dagegen ist die Manipulation des Schliessens bei frequenten Wegen eine zu langsame, da der Wärter bei dem jedesmaligen Oeffnen und Schliessen eine grosse Wegstrecke zurückzulegen und die kothige Fahrstrasse häufig zu überschreiten hat; bei grossen Breiten der Uebergänge müssen die schiebbaren Stücke in vier Theilen bewegt werden, wodurch die Manipulationszeit noch verlängert wird. Die Stangenschiebebarrièren verlieren ausserdem durch das Schieben sehr bald ihren hellen Anstrich und somit ihre Sichtbarkeit, und erfordern bei grosser Breite eine complicirte Stützung in der Mitte; Balken-Schiebebarrièren sind aber für grössere Breiten (12 — 15 Meter) wegen ihres bedeutenden Gewichts nicht anwendbar. Dabei beschäftigt die Handhabung dieser Barrièren den Wärter, besonders wenn er die Passage auf sehr frequenten Kreuzungen nicht lange sperren will, so angestrengt, dass er von der Ueberwachung des Ueberganges abgezogen wird und das Durchkriechen und Ueberspringen der Barrièren durch Menschen nicht hindern, ja manchmal nicht einmal bemerken kann.

Zweckentsprechender hinsichtlich der Manipulation haben sich die Kettenbarrièren gezeigt; es lassen sich dieselben sehr einfach und wenig kostspielig so einrichten, dass sich die Kette, ähnlich wie in Fig. 11 der Tafel XXV, beim Oeffnen in

eine Rinne der Strasse versenkt und mittelst einer Windevorrichtung sehr rasch geschlossen werden kann, wenn nicht die Unsichtbarkeit der Kette aus der Ferne in vielen Fällen ein bedeutsames Hinderniss wäre. Diese Unsichtbarkeit wird noch dadurch vermehrt, dass die Kette während der Zeit, in welcher der Uebergang geöffnet ist, in der Strassenrinne ruht und daher völlig die Farbe der Strassenoberfläche selbst annimmt, so dass sie, an trüben feuchten Tagen ganz mit Strassenkoth bedeckt, erst in nächster Nähe von dem Hintergrunde der Strasse zu unterscheiden ist. Auch bei Nacht lassen sich an den schwankenden, im Winde schaukelnden Ketten Laternen nur unbequem anbringen. Ueberdies hängen bei sehr breiten Wegübergängen die Ketten zu sehr durch, um nicht entweder in der Mitte das Ueberspringen, oder an den Seiten das Unterkriechen sehr zu begünstigen. Will man endlich sicher sein, dass die Ketten sich beim Loslassen wirklich vollständig aus dem Wege entfernen, so kann die Windevorrichtung zum Aufzug der Ketten nicht benutzt werden und es macht sich das Hin- und Hergehen des Wärters über die Gleise wieder erforderlich.

§ 9. Schlagbaumbarrièren. — Diese Barrièren, welche sich um eine horizontale Achse drehen, werden in neuerer Zeit besonders an Niveaukreuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen sehr häufig angewendet, und verdienen auch vor den im vorigen § beschriebenen einfachen Schiebebarrièren, Kettenbarrièren und Drehbarrièren mit verticaler Drehachse den Vorzug.

Es gewähren gut ausbalancirte, leichtbewegliche Schlagbaumbarrièren unter allen Strassenverschlussvorrichtungen die weitaus bequemste und sicherste Manipulation. Mittelst einer einfachen Hebelvorrichtung lassen sich beide Barrièren eines Ueberganges von einem Platze aus leicht und schnell schliessen, überdiess signalisiren sie in höchst entsprechender Weise, bei Tage weithin sichtbar, ihre Lage und gestatten sehr bequem und sicher die Anbringung von Vorrichtungen, welche dies auch in der Nacht bewirken.

Eine derartige Schlagbaumbarrière, wie sie bei mehreren der frequentesten Strassenübergänge über die Verbindungsbahn bei Dresden ausgeführt wurde [14], ist in Fig. 9 und 10 auf Tafel XXVI dargestellt. Der Schlagbaum wird an der Seite, an welcher der Wärter seinen Stand hat, direct von diesem mit der Hand durch Drücken oder Heben des Gegengewichts an dem Handgriff geschlossen oder geöffnet. Ein einfacher Hebelmechanismus, welcher die Barrièren beider Bahnseiten verbindet, besorgt das Schliessen resp. Oeffnen der Barrièren an der dem Wärter gegenüberliegenden Seite, ohne den Wärter zu zwingen, seinen Stand zu verlassen; oder es ist für die Bewegung der Barrièren an der anderen Seite bei dem Standorte des Wärters ein solcher mit der Hand zu regierender Hebelmechanismus angebracht.

Dieser Mechanismus besteht nur aus vollkommen steifen und festen Theilen: dem Hebel *n*, der Stange *a a*, dem Winkelhebel *b* und der zweiten Stange *c*, so dass der Wärter, sowohl durch Druck als Zug, die Bewegung des Schlagbaumes jenseits der Bahn beeinflussen und ihm fast jede beliebige Geschwindigkeit geben kann. Durch die Leitungen *d d*, die für die Stange *a a* unter den Schienen angebracht sind, wird die Steifigkeit derselben (da sie oft bei schrägen Uebergängen eine beträchtliche Länge erhält) vermehrt. Im Bügel *e* sind verschiedene Vorstecklöcher angebracht, so dass mittelst eines Stifts der Wärter dem Schlagbaum verschiedene feste

[14] Vergl. M. M. v. Weber: »Absperrvorrichtungen an den Niveaukreuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen« im Organ 1868, p. 133.

Höhenstellungen geben kann. Hierdurch wird der nicht unwesentliche Vortheil erreicht, dass die Barrière selbst dem Publicum Zeichen für sein Verhalten giebt, die um so deutlicher sichtbar sind, als die Stangen der Barrièren ihren hellen Anstrich, der nicht durch Schieben verletzt und durch die senkrechte Lage der Stange gut conservirt wird, sehr andauernd behalten. Steht die Barrière vertical, so ist die Passage ganz frei; ist sie tief geneigt, dass Wagen nicht mehr unter ihr hindurch können, so haben letztere in vorgeschriebener Entfernung zu halten, während die Passage für die Fussgänger noch offen ist; erst im Augenblicke, in welchem der Wärter die Barrière ganz niederlegt, was erst kurz vor Passiren des Zuges geschieht, ist der Verkehr ganz gesperrt, den der Wärter im Moment, wo der letzte Wagen des Zuges den Uebergang passirt hat, durch einen Druck auf Hebel und Barrière wieder ganz frei giebt. Durch eine in der Mitte des Schlagbaumes mit Gelenk aufgehängte Laterne signalisirt sich dessen Stellung auch bei Nacht. Die ausgeführten Vorrichtungen dieser Art haben sich, bei vieljährigem Gebrauche, bei jeglicher Witterung und den stärksten Stürmen als vollkommen sicher functionirend bewährt und nur die geringsten Reparaturen erforderlich gemacht.

Der Körper *AB* ist von Gusseisen und hohl. In der Erweiterung *B*, welche das Gegengewicht für den Schlagbaum bildet, werden so viel Dreh- und Feilspähne eingebracht, dass die Barrière, sich selbst überlassen, sehr langsam steigt, damit die Stange, im Falle eines Bruches am Mechanismus, sich nicht niederlegt und einen Passanten beschädigt.

Der Preis einer completen Barrière der in Fig. 9 und 10 auf Tafel XXVI dargestellten Form belief sich 1876 auf 210 Mk. Mit Hinzufügung einiger Theile wurde die Hebelvorrichtung an einigen dieser Barrièren so eingerichtet, dass mit dem einen Handhebel die Barrièren an beiden Seiten gleichzeitig bewegt werden.

Durch diese Anordnung wird alle den Anforderungen, welche man an eine zweckmässige Barrière für frequente Strassen bei frequenten Eisenbahnen stellen kann, entsprochen; diese sind namentlich:

1. Verschluss und Oeffnen kann durch dieselbe sehr schnell geschehen, wodurch der Verkehr nur während der möglichst kürzesten Zeit gehindert wird.

2. Verschliessen und Oeffnen der Vorrichtungen an beiden Seiten der Bahn kann von einem Punkte aus erfolgen, wodurch die Verantwortlichkeit für die Functionen in einer Hand bleiben, und es geht nicht durch das Hin- und Hergehen des Wärters über die oft sehr breiten, schrägen Wegkreuzungen viele Zeit verloren.

3. Verschliessen und Oeffnen kann auf beiden Seiten gleichzeitig erfolgen, wodurch beim Oeffnen das während der Verschlusszeit angesammelte Publicum zu Fuss, Pferd und Wagen sich nicht, nach dem Oeffnen einer Seite, in einer die Manipulation an der anderen Seite erschwerenden und gefährdenden Weise auf die Wegkreuzung ergiessen kann.

4. Der Wärter kann beim Schliessen und Oeffnen den Wegübergang stets in ganzer Ausdehnung im Auge behalten und dadurch Muthwillige und Eilige noch durch Warnen an dem Durchkriechen der Barrière verhindern. Bisher geschah dies öfters, wenn der Wärter mit dem Schliessen der einen Barrièren-Hälfte beschäftigt war, und daher dem Uebergange den Rücken zukehrte.

5. Die Verschlussvorrichtung zeigt bei Tag und Nacht weithin sichtlich, ob sie geschlossen oder geöffnet ist.

6. Die Verschlussvorrichtung gestattet auch einen theilweisen Abschluss, so dass der Wärter nach seinem Ermessen bis zum letzten zulässigen Augenblicke vor dem Vorbeieilen des Zuges noch die Fussgänger die Bahnkreuzung passiren lassen kann, während die Vorrichtung deutlich bereits den Fuhrwerken die Darüberfahrt verbietet, da von diesen, die weniger beweglich als die Fussgänger und vom guten und üblen Wollen der Zugthiere bei ihrer Bewegung abhängig sind, überdies aber auch im Falle des Erreichtwerdens durch den

Zug denselben mehr gefährden als erstere, der Wegübergang beträchtlich früher freigehalten werden muss.

7. Diese Verschlussvorrichtung nimmt bei ihrer Function keinen so grossen Flächenraum in Anspruch, wie die Drehbarrièren mit verticaler Drehachse.

8. Das Maass der Geschwindigkeit des Oeffnens und Schliessens ist in möglichst hohem Grade in die Hand des Wärters gegeben.

Schlagbaumbarrièren der Form, wie sie in Fig. 9 und 10 auf Tafel XXVI dargestellt, sind bis zu 14 Meter lichter Weite zwischen den Bewegungsböcken ausgeführt und äusserst bequem zu manipuliren. Werden die Strassenübergänge über 15 Meter breit, so thut man gut, die Barrièren zu verdoppeln, was den Mechanismus in keiner unangenehmen Weise complicirt. An dem Ende jedes Schlagbaums ist dann eine Stütze angebracht. Derartig vierfach gekuppelte, mit einem Handhebel an dem Standorte des Wärters bewegliche Barrièren wurden von dem Ingenieur A. Klose[15] ebenfalls für die Sächsische Staatsbahn construirt, dabei führen die Bewegungsstangen unter den Strassen hin und liegen in starken zweihälftigen Thonröhren.

Man hat auch mehrfach Schlagbaumbarrièren an frequenten Wegübergängen ausgeführt (wie z. B. unmittelbar am Bahnhofe zu Preuss. Minden), bei welchen diese Schlagbäume an beiden Seiten sich durch ihre Gegengewichte aufrichten und durch unter dem Gleis oder der Strasse in Röhren hingeführte Kettenzüge von einer Stelle aus bewegt werden.

Aber diese Construction giebt die Bewegung der Barrièren nicht genug in die Hand des Wärters, da die Geschwindigkeit des Oeffnens derselben hier lediglich davon abhängt, um wie viel das Gegengewicht schwerer ist, als die Stange der Barrière, und daher stets dieselbe bleibt. Diese Abhängigkeit der Bewegung der Barrièren von Gegengewichten hat auch zur Folge, dass bei heftigem Winde und langen Barrièrestangen Letztere oft so kräftig vom Luftdruck niedergehalten werden, dass sie sich nur sehr langsam und unter Oscillationen, die für die Passanten gefährlich werden können, öffnen, ganz abgesehen davon, dass sie in ihrer verticalen Lage besonders fixirt werden müssen, wenn Stürme dieselben nicht oft neigen und niederlegen sollen.

§ 10. Rollbarrièren. — Für diejenigen Wegübergänge in oder bei frequenten Orten oder grossen Städten, für welche eine von der Strassenoberkante bis zu einer bestimmten Höhe reichende vollständige Absperrung, um Kinder und Kleinvieh vom Betreten des Wegübergangs bei geschlossenen Barrièren abzuhalten, erforderlich ist, werden öfters an Stelle der auf Seite 468 beschriebenen Drehthorbarrièren die handlicheren, bequemeren und viel weniger Raum einnehmenden Rollbarrièren angewendet.

Die hölzernen Rollbarrièren, wie sie auf verschiedenen süddeutschen und besonders auf französischen Bahnen zur Ausführung gekommen sind, bestehen im Allgemeinen aus einem starken Rahmenwerk von Eichenholz, das ähnlich wie die auf Seite 468 beschriebenen Flügelthor-Drehbarrièren mit tannenen Latten benagelt ist; an jedem Ende ruht der Rahmen auf einem kleinen gusseisernen Rade von $0^m,50$ Durchmesser, dessen Radkranz zwei Laufflächen hat, indem ein in der Mitte vorspringender Spurkranz in die (von zwei breitbasigen Schienen oder zwei horizontalen an der Kante mit Winkeleisen beschlagenen Langschwellen) gebildete Führungsrinne eingreift. Die Leitschienen erstrecken sich auf die doppelte Länge der Barrière und sind bis auf die Ebene des Strassenpflasters versenkt, damit das Fuhrwerk ungehindert passiren kann; sie sind auf kleinen 1 Meter langen Querschwellen befestigt, die in Entfernungen von $1^m,75$ von einander liegen. Damit die Barrière während der Bewegung und Ruhe in der senkrechten Richtung erhalten werde, ist auf der

[15] Jetzt Maschinen-Inspector der Vereinigten Schweizerbahnen.

ganzen Länge des oberen Rahmenstücks ein T-Eisen befestigt, dessen Steg zwischen je 2 horizontale Rollen hindurchgeht, die an jedem Pfosten der neben anliegenden festen Barrière mittelst geeigneter gusseiserner Lager angebracht sind. Diese letzteren stehen in Entfernungen von ca. $2^m,0$, mit Ausnahme der beiden nächsten an der Barrièrenöffnung, welche nur $0^m,80$ von einander entfernt liegen. Um die Barrière im geschlossenen Zustande festzuhalten, ordnet man auf der anderen Seite der Barrière zwei ähnliche Pfosten an, die bis auf den gewachsenen Boden reichen, mit Grundschwellen und Streben versehen oder mittelst Mauerwerk gut fundamentirt sind. Diese hölzernen Rollbarrièren haben sich nirgends bewährt, sie sind in der Herstellung und Unterhaltung sehr kostspielig, der hölzerne Rahmen verzieht und wirft sich bei dem Witterungswechsel leicht, ungeachtet der starken Eisenbeschläge, und die Barrière ist dann sehr schwer zu bewegen; beispielsweise berechnen sich die Herstellungskosten dieser Barrièren auf der französischen Nordbahn (nach Goschler I. p. 236):

Bei 4	Meter Weite	869,20 Frcs.	=	695,36 Mk.,	oder pr.	Meter	217,30	Frcs.	=	173,84	Mk.
- 6	- -	1078,43 -	=	862,74 -	-	- -	179,90	-	=	143,92	-
- 8	- -	1298,87 -	=	1039,10 -	-	- -	162,35	-	=	129,88	-
- 10,50	- -	1739,40 -	=	1391,52 -	-	- -	166,29	-	=	133,03	-

Dieselben gehören daher zu den theuersten Barrièren, und es ist sehr zu empfehlen, sie durch einfache und leichte Eisenconstructionen zu ersetzen, die selbst in der Herstellung weniger kostspielig und ungleich dauerhafter sind, und sich stets gleich leicht bewegen lassen, da sie dem Verziehen nicht ausgesetzt sind.

Eine schöne und zweckmässige Eisenconstruction von Rollbarrièren war auf der letzten Pariser Ausstellung (1867) und zwar von der französischen Midibahn, in deren Werkstätten sie gefertigt war, zu sehen. Dieselbe ist in Fig. 17 und 18 auf Tafel XXIV, sowie in den Details in Fig. 19 und 20 dargestellt, während die dazu verwendeten Profileisen (unten rechts) bei *a*, *b*, *c*, *d* und *e* in $^1/_5$ der natürlichen Grösse gezeichnet sind. Das bewegliche Thor *E* besteht aus einem zusammengeschweissten Rahmen von T-Eisen des Profils *b*, der in halber Höhe durch ein angenietetes Flacheisen des Profils *c* in zwei gleiche horizontale Hälften getheilt wird. Beide Theile werden durch diagonale Gitterstäbe des Profils *d*, welche in Abständen von 750^{mm} auf der horizontalen mittleren Schiene in Winkeln von 45° sich kreuzen und an diesen Kreuzungsstellen, sowie an den Stegen des oberen und unteren Rahmstückes doppelt vernietet sind, versteift. Ausserdem ist jede grosse Masche der unteren Hälfte noch durch 3 doppelte Reihen Gitterstäbe aus Flacheisen des Profils *e*, die mit den Stäben *d* parallel laufen und an den Kreuzungsstellen, sowie an den Enden nur einfach vernietet sind, in kleinere, gleich grosse Maschen getheilt. Dieses Gitterthor ruht an beiden Enden auf den 480^{mm} grossen gusseisernen Rädern *ff*, welche eine doppelte Lauffläche und in der Mitte zwischen beiden einen vortretenden Spurkranz haben (Fig. 19 und 20), sowie in Ausschnitten der unteren Thorhälfte zwischen entsprechend gebogenen doppelten Flacheisen, die an das untere Rahmenstück angenietet sind, auf abgedrehten Bolzen gelagert. Die Räder *f* laufen auf doppelten Schienen von Winkeleisen *ii* (Fig. 20), welche auf Langschwellen befestigt und in die Strassenoberfläche versenkt sind; sie erstrecken sich nach der Seite *H*, nach welcher Richtung die Barrière beim Oeffnen sich verschiebt, und haben eine Länge gleich der doppelten Länge der Barrière.[16])

[16]) Diese Führungsschienen aus Winkeleisen werden zweckmässiger durch eine U-Schiene des Profils *a*, oder noch vortheilhafter durch ein Paar gewöhnliche breitbasige Schienen, die auf kurzen Querschwellen befestigt werden, ersetzt.

Die Barrièrepfosten *A* und *B* werden durch doppelte Stücke des Profileisens *a* gebildet, die oberhalb durch die dazwischengeschraubten gusseisernen Capitäle *g* zusammengehalten werden, unterhalb des Erdbodens aber in massivem Mauerwerk gut fundamentirt sind und zwischen sich einen 138^{mm} breiten senkrechten Schlitz bilden, in welchen die Barrière beim Verschieben eintritt und durch den sie in der senkrechten Richtung erhalten wird. Mittelst eines bei *s* unter dem Capitäl (Fig. 19) angebrachten Schlosses lässt sich die Barrière sowohl in verschlossenem als geöffnetem Zustande befestigen. An der einen Seite dieser Barrière ist zwischen den Pfosten *B* und *C* noch eine 1^{m},10 weite eiserne Thüre *F* angebracht, die ähnlich wie das beschriebene Gitterthor *E* aus den Profileisen *b*, *c*, *d* und *e* zusammengenietet ist, in starken an dem Pfosten *B* angenieteten Angeln leicht sich drehen lässt und sowohl an dem Pfosten *C* (in geschlossenem Zustande), als auch an dem Pfosten *D* des Schlupfgangs *G* Anschlag findet, wie im § 26 näher erläutert werden soll.

Eine andere Construction von eisernen Rollbarrièren (ebenfalls auf der letzten Pariser Ausstellung) war ganz aus Zores-Eisen, in Verbindung mit Ω-Eisen, gleichfalls sehr solid, noch bedeutend leichter als die eben beschriebene Construction, aber weniger gefällig hergestellt und von der Comp. de Forges Franche-Comité (S. Menans & Co.) à Fraisans (Jura) ausgestellt. Bei dem Centralnetz der Orleans-Bahn sind solche eiserne Rollbarrièren jedoch mit hölzernen Barrièrepfosten angewendet, bei welchen das bewegliche Gitterthor aus einem Rahmen von 116^{mm} breiten Flacheisen besteht, der an dem äusseren Rande ringsum durch aufgenietete doppelte Winkeleisen von 35^{mm} Breite, sowie durch eine flache Deckschiene von 100^{mm} Breite verstärkt ist. Das Innere dieses Rahmens ist durch diagonale Gitterstäbe von 35^{mm} breitem und 4^{mm} starkem Winkeleisen, die an allen Kreuzungsstellen vernietet und in horizontaler Richtung 375^{mm} von Mitte zu Mitte von einander abstehen, ausgefüllt. Derartige Barrièren haben

bei 4,50^{m}	Weite	ein	Gewicht	von	300	Kilogr.
- 5,25^{m}	-	-	-	-	332	-
- 6,00^{m}	-	-	-	-	350	-
- 7,50^{m}	-	-	-	-	405	-
- 8,50^{m}	-	-	-	-	500	-

und kosten pro Kilogramm loco Fabrik 0,58 Frcs. = 0,46 Mk.

Eine noch leichtere und billigere Construction von eisernen Rollbarrièren ist mehrfach bei der Ruhr-Siegbahn (Bergisch-Märkische Bahn) zur Anwendung gekommen.

Dieselbe ist im Organ 1866, p. 219 abgebildet und beschrieben, und es hat die gesammte Eisenconstruction einer 11^{m},3 langen Doppelbarrière nur ein Gewicht von 280 Kilogr., welche

à 0,35 Mk.	= 196,00 Mk.
gekostet hat, wozu die Ausgaben für die Beschaffung von	
0,62 Cubikmeter vollkantigen Eichenholzes à 84 Mk. . .	= 52,08 -
und für die Verzimmerung etc. der 34,5 laufenden Meter Holz	
à 0,80 Mk.	= 27,60 -
hinzuzurechnen sind, sodass die Gesammtkosten	275,68 Mk.

betragen.

Bei dieser letzteren Construction ist die Leitschiene nicht rinnenförmig, sondern erhaben und die Leitrolle hat eine entsprechende Nuth, die Leitschiene erstreckt sich nur auf die Länge der Verschiebung längs der festen Barrière, während quer über

die Strasse eine 314^{mm} breite ebene Steinbahn aus Quadern hergestellt ist, auf welcher ein Paar 235^{mm} von einander entfernt auf einer Achse sitzende Räder mit flachen Kränzen am vorderen Ende der Barrière auflaufen, welche zugleich die so an 3 Punkten unterstützte Barrière sicher in senkrechter Richtung erhalten. Diese Steinbahn ist jedenfalls dauerhafter als die in der Strassenoberfläche versenkten Leitschienen und kann besser rein erhalten werden.

§ 11. Drahtzugbarrièren. Allgemeines. — Wenig frequente Wegübergänge im Niveau, die nicht in unmittelbarer Nähe eines Wärterpostens liegen aber von diesem aus übersehen werden können, werden vortheilhaft durch Drahtzugbarrièren von dort aus geschlossen und machen hierdurch die Anstellung von besonderen Wärtern dafür entbehrlich. Es wird auf diese Weise ermöglicht, dass Ein Wärter das Oeffnen und Schliessen von zwei, drei, ja von vier Wegübergängen besorgt, indem er an dem mittleren Hauptübergange placirt ist, die Barrièren daselbst direct und die anderen Wegübergänge mittelst Zugbarrièren bewegt.

Jede Drahtzugbarrière besteht gewöhnlich aus drei oder auch aus vier Haupttheilen: 1) aus dem Bewegungsmechanismus (Kurbel, Welle, Sperrhaken, Gestell); 2) aus der Leitung (Draht, Ketten, Pfähle, Oesen, Rollen); 3) aus der Barrière; 4) aus dem Läutewerke. Das Läutewerk ist nicht absolut erforderlich und kann, sobald die Barrière 7^{m},5 von der nächsten Schiene aufgestellt ist, fehlen, wie auf den meisten Linien der Württembergischen Staatsbahnen.

Der in unmittelbarer Nähe des Wärterpostens aufgestellte Bewegungsmechanismus kann nun mittelst einer Leitung entweder nur die eine Barrière eines Wegübergangs bedienen, und dann ist für die andere Barrière (an der anderen Seite des Uebergangs) ein zweiter Bewegungsmechanismus und eine zweite Leitung erforderlich, — oder es kann derselbe beide Barrièren in Thätigkeit versetzen, und es ist dann nur eine Verbindung der beiden Barrièren unter sich mittelst einer Draht- oder Kettenleitung herzustellen.

Es ist sogar möglich, 4 Barrièren zweier hinter einander liegenden Wegübergänge durch einen einzigen Bewegungsmechanismus zu bedienen. Die Schwierigkeit liegt nur in der Wahl einer geeigneten Compensationsvorrichtung (zur Aufhebung der verschiedenen Längenausdehnung, durch die verschiedene Drahtlänge für 2 Uebergänge hervorgerufen), welche stets ihren Zweck erfüllt und einfach ist. Am besten dürfte sich dazu die Einrichtung des Gewichts mit Rolle des Systems Trouchon (s. § 22) eignen.

Da es in der Dunkelheit oder bei Nebel, wenn der Wärter den sonst sichtbaren Uebergang nicht zu beobachten im Stande ist, vorkommen kann, dass ein Fuhrwerk durch die abwärts sich bewegenden Schlagbäume auf der Bahn eingesperrt wird, und von allen Zugthieren, selbst wenn zwischen dem Gleise und der Barrière Platz genug zum Halten eines bespannten Fuhrwerks vorhanden und ein directes Erfassen desselben vom Zuge nicht zu befürchten ist, nicht vorausgesetzt werden kann, dass sie sich in dieser misslichen Lage ruhig verhalten, nicht scheu werden, und das Fuhrwerk nicht auf die Schienen drängen, so ist in der Neuzeit bei der Construction von Drahtzugbarrièren dahin gestrebt worden:

1) ein Läutewerk aufzustellen, welches so mit der Leitung verbunden ist, dass dasselbe einige Zeit vor der Inbewegungsetzung der Barrière ertönt und die ankommenden Fuhrwerke warnt, den Uebergang zu beschreiten, oder den auf dem Gleise befindlichen Fuhrmann zum beschleunigten Verlassen

desselben anspornt, — dass das Inbewegungsetzen des Läutewerks aber von dem Wollen oder Nichtwollen des Wärters vollständig unabhängig ist;

2) die Barrière so auszuführen, dass ein eingeschlossener Fuhrmann dieselbe mit der Hand öffnen, feststellen, sein Fuhrwerk aus dem Uebergange herausführen und (wenn er will) wieder schliessen kann.

Die Barrièren können entweder um eine horizontale oder um eine verticale Achse drehbar sein. Die ersteren (Schlagbaumbarrièren) sind die gebräuchlichsten, haben jedoch den Nachtheil, dass ein auf dem Uebergange eingeschlossener Fuhrmann behufs Oeffnen des Schlagbaums sein Fuhrwerk während einer bestimmten Zeit verlassen muss, welche gefahrbringend für dasselbe sein kann, während er im Falle des Vorhandenseins eines Drehthors neben seinem Fuhrwerk bleibend gegen dasselbe sich anzulehnen, und solches dadurch zu öffnen im Stande ist. Es wäre daher eine Drahtzugbarrière, welche sich um eine verticale Achse dreht, der anderen Gattung vorzuziehen, wenn das Publicum sich nicht schon zu sehr an die Schlagbaumbarrière gewöhnt hätte, und wenn es nicht sehr schwer hielte, die Einführung der Drehthore auf allen Bahnen durchzusetzen, was in Rücksicht auf das Publicum sich als höchst wünschenswerth erwiese. [17])

Auf der VI. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (Düsseldorf 1874) kam folgende Frage zur Erörterung:

»Wird es sich nicht allgemein empfehlen, die Barrièren mit Drehung um die »horizontale Achse denen mit Drehung um die verticale Achse vorzuziehen?«

Die Schlussfolgerung aus dem Referate lautete:

»Die Ansichten der Verwaltungen gehen sehr auseinander, so »dass die Entscheidung für die eine oder die andere Con»struction allgemein nicht getroffen werden kann und von den »localen Verhältnissen abhängig zu machen ist.«

Die technischen Vereinbarungen des V. D. E. V. bestimmen:

§ 45. Von den Wärterposten entfernt stehende Drahtzug-Barrièren zur Sperrung von Uebergängen sind an nicht stark benutzten Wegen zulässig.

§ 46. Die Bahnwärter, welche dieselben bedienen, müssen von ihrem Standpunkte aus den Uebergang übersehen oder auf andere Weise controliren können.

§ 47. Die Zugbarrièren müssen auch mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können und mit einer Glocke versehen sein, mit welcher vor dem Niederlassen der Sperrbäume zu läuten ist.

Beide Einrichtungen können fehlen, sofern die Barrièren mindestens 7m,5 von der nächsten Schiene entfernt aufgestellt sind.

Die ersten Drahtzugbarrièren mit Schlagbaum wurden im Jahre 1850 auf der Magdeburg-Wittenberge'schen Eisenbahn ausgeführt und verbreiteten sich schnell auf den deutschen Bahnen. Im Jahre 1852 wurden sie schon in grösserer Zahl auf der Köln-Mindener aufgestellt, woselbst auch zuerst die Glockenzüge in Anwendung kamen.

§ 12. Drahtzugbarrière nach dem System Alisch. Construction von Saller. — Der Baumeister Alisch führte die ersten Drahtzugbarrièren auf der Magdeburg-Wittenberge'schen Bahn aus. Sie hatten eine sehr einfache Form. Das Uebergewicht befand sich am kurzen Ende des Schlagbaums, und es bestand die Windevorrichtung aus einer hölzernen Trommel mit Drehkreuz.

---

[17]) Organ, 1875, p. 28.

Fig. 1—5 auf Tafel XXIV stellt eine verbesserte Drahtzugbarrière des Systems Alisch von der Sächsischen Staatsbahn dar, welche früher gewöhnlich bei Wegübergängen von $4^m,30$ Weite angewandt wurde. Der am langen Ende achtkantig bearbeitete Schlagbaum *A* ist, mittelst eines unterhalb angeschraubten schmiedeisernen Drehkreuzes *a*, mit zwei angedrehten Zapfen in ausgebohrten schmiedeisernen Stühlen an den doppelten Drehständern *bb* gelagert. Mit dem vorderen Ende ruht der Schlagbaum, wenn der Uebergang geschlossen ist, auf dem Ständer *d* zwischen zwei angeschraubten gabelförmigen Schienen. Das hintere Ende des Schlagbaumes hat eine Länge von $1^m,50$ und ist mit einem durch zwei schmiedeiserne Zugbänder *cc* befestigten Sandsteingewichte *B* beschwert, damit der Schlagbaum, sich frei überlassen, von selbst sich in die geöffnete Stellung (*A*) bewegt.

Die Drahtleitung *C* reicht vom hinteren Ende des Schlagbaumes bis zur Windevorrichtung *D*, welche in der Nähe der Wärterstation aufgerichtet ist. Zunächst dicht am hinteren Ende des Schlagbaumes ist der Rollenpfahl *E*, über welchen eine 14^{mm} starke, kurzgliedrige Drahtkette *e* läuft: eine solche windet sich auch um die Trommel *i* des Windebocks *D*. An der Trommel ist ein Sperrrad mit Sperrkegel und eine Handkurbel *h* angebracht. Zwischen dem Rollenpfahl *E* und der Windevorrichtung *D* besteht der übrige Theil des Drahtzuges aus 3^{mm} starkem, gut ausgeglühtem und angestrichenem Eisendraht, der durch die ca. $1^m,50$ hohen Stützpfähle *f* mittelst Krampen von 4^{mm} starkem Eisendraht getragen wird. Diese Stützpfähle können aus 50 bis 80^{mm} starken eichenen oder kiefernen Rundpfählen bestehen, die am unteren Ende angekohlt werden und in Entfernungen von ca. 20 Meter angebracht sind.

Um das Publicum vor Passiren der Uebergänge von dem Schliessen der Barrièren zu benachrichtigen, ist eine Klingelvorrichtung *F* an dem Baume *g*, welcher an dem Drehständer *b* befestigt ist, angebracht. Dieselbe wird mittelst des am kurzen Ende des Schlagbaumes *A* befestigten Hakens *o*, welcher hinter dem am Winkelhebel *k* angenieteten Zapfen *n* hakt (Fig. 5) und durch den Draht *m* mit dem Winkel *l* in Verbindung steht, sowohl beim Oeffnen als Schliessen der Barrière jedesmal in Bewegung gesetzt.

Diese ältere Drahtzugbarrière entspricht jedoch nicht den Bestimmungen des oben mitgetheilten § 47 der technischen Vereinbarungen und sind schon mehrmals bei solchen Constructionen zufällig, namentlich bei Nachtzeit, eingeschlossene Fuhrwerke grossen Gefahren ausgesetzt gewesen, und dadurch selbst grössere Unfälle für Fuhrwerk und Zug veranlasst worden. Um die Gefahren in einem solchen Falle zu vermindern, hat man diese Barrièren in einem solchen Abstand von den äusseren Schienen des Wegüberganges angebracht, dass ein dicht innerhalb der Barrière haltendes Fuhrwerk von dem vorbeifahrenden Zug nicht ergriffen werden kann; dies bedingt jedoch, dass die Pferde sich ruhig verhalten und nicht scheu werden, sowie auch eine complicirte Winkelleitung des Drahtzuges, wodurch einestheils mehr Kraft zum Bewegen der Barrière erfordert, anderntheils ein unvollkommenes Schliessen derselben veranlasst wird.

Eine verbesserte Construction dieses Systems, welche einem eingeschlossenen Fuhrwerke Selbstbefreiung möglich macht und ganz in Eisen ausgeführt wurde, ist im Jahre 1868 von dem Betriebsingenieur Saller in Neu-Ulm ausgegangen. Dieselbe ist durch Fig. 11 auf Tafel XXVI dargestellt.

Die Pfosten und Schlagbaumgewichte sind aus alten Schienen gefertigt und erstere mittelst Béton befestigt. Der Schlagbaum ist aus $4^{1}/_{2}^{mm}$ starkem Winkeleisen construirt und durch einen starken Draht *a* unterstützt. Es kann derselbe jedoch auch aus weichem Holze hergestellt werden, da er bei vernünftiger Construction hierdurch nicht schwerer, wohl aber wohlfeiler wird. Mit der oberen Rolle *b* ist ein Läutewerk *g* verbunden, das beim Zuziehen selbst läutet. (Vergl. Detail in nebenstehender Fig. 16.)

Fig. 16.



Die Form der Schlagbaumgewichte bewirkt einerseits leichteren Zug, andererseits stete senkrechte Stellung des geöffneten Schlagbaumes. Ehe Letzterer sich bis zur Unpassirbarkeit schliesst, sind die Fuhrleute durch das Läuten gewarnt. Damit jedoch diese Warnung benutzt werden kann, müssen beim Zudrehen anfänglich mehrere Pausen gemacht werden. Es ist nöthig, die Barrière so weit entfernt von den Schienensträngen aufzustellen, dass sie unter keinen Umständen mit dem Fahrmaterial in Collision gerathen können. Um hierbei den Zugdraht, der gewöhnlich längs der Bahn hinläuft, nicht unter einem zu starken Winkel abbiegen zu müssen, ist der Abbiegungspunkt, an dem auch der Zugdraht für die Barrière jenseits der Bahnachse abzweigt, etwa 30 Meter von der Barrière entfernt angenommen. Genügt diese Entfernung wegen zu grosser Schräge der Ueberfahrt nicht, die Schranke senkrecht auf letztere zu stellen, so wird dies, und dabei zugleich oft eine beträchtliche Minderung der Barrièrenlichtweite, dadurch erzielt, dass man die Zugkette bei *b* nochmals über eine fast horizontale Rolle leitet, die sich daselbst leicht anbringen lässt.

Die Vorrichtung zur Selbstbefreiung eingeschlossener Fuhrwerke besteht einfach darin, dass die Zugkette nicht das Schlagbaumgewicht direct fasst, sondern nur eine Rolle *c* mit einer darüber geleiteten Kette, an welche einerseits der Schlagbaum, andererseits ein Gegengewicht *d* festgemacht ist. Letzteres wird zur Sicherung vor Entwendungsgelüsten am besten aus einem werthlosen Material, z. B. aus einem mit Béton ausgegossenen Holzkästchen gefertigt und muss so schwer sein, dass es durch die Zugkraft, weniger leicht, als das Schlagbaumgewicht gehoben wird. Diesen Gewichtsüberschuss kann ein eingesperrter Fuhrmann durch Heben des Schlagbaumes leicht bewältigen und so den Schlagbaum öffnen, der sich sofort wieder von selbst schliesst.

Für einen $4^{m},50$ weiten Weg kostet eine solche Zugbarrière und zwar je nachdem sie vollständig neu oder mit Benutzung der brauchbaren Theile von vorhandenen hölzernen Zugbarrièren und ob sie mit eisernem oder hölzernem Schlagbaum hergestellt wird:

a. Bei vollständigem Neubau mit eisernem Schlagbaum 420 Mk.
b. Bei vollständigem Neubau mit hölzernem Schlagbaum 384 Mk.
c. Bei Umbau mit eisernem Schlagbaum 339 Mk.
d. Desgl. mit hölzernem Schlagbaum 303 Mk.

Die Drahtleitungsstangen sind sämmtlich aus Holz. Der Meter alte Schienen ist zu 39 Kilogr., 100 Kilogr. hiervon zu 12 Mk., 100 Kilogr. neues Schmiedeeisen zu 102 Mk. angenommen. Wollte man bei den Umbaukosten die alten Schienen als vorhanden ausser Ansatz lassen, so mindern sich dieselben um je 114 Mk.

Auf verschiedenen Linien der französischen Ostbahn haben die Zugbarrièren nach dem System Alisch gewöhnlich die folgende, in den Fig. 7 und 8 der Taf. XXIV dargestellte Einrichtung. Der Schlagbaum *A* ist an dem kurzen Ende mit dem auf-

gesteckten und durch zwei durchgehende Bolzen befestigten Gewicht *B* versehen und dreht sich mittelst zwei seitlich angeschraubter schmiedeiserner Scharnierplatten um eine an der hinteren Seite von dem Drehpfosten *D* angeschraubte gusseiserne Console, so dass, wie aus der punktirten Stellung *A'*—*B'* zu ersehen, der Schlagbaum im geöffneten Zustand sich senkrecht stellt. Der Drahtzug ist nicht direct an dem Schlagbaum befestigt, sondern an dem Ende des schmiedeisernen Hebels *b*, welcher auf dem mittelst Keil mit den schmiedeisernen Scharnierplatten befestigten Drehbolzen am Ende festgekeilt ist, so dass der Hebel *b* unveränderlich mit dem Schlagbaum *A* verbunden ist und in geöffneter Stellung die Lage *b'* einnimmt. Durch diese Anordnung wird der sonst allgemein übliche Rollenpfahl entbehrlich. In geschlossener Stellung legt sich der Schlagbaum auf den mit zwei gabelförmigen eisernen Schienen *ee* armirten Stützpfahl *E*. Zwischen Letzterem und dem Laternenpfahl *F* ist für Fussgänger noch eine $1^{m},55$ breite Pforte angebracht, welche mit dem Drehkreuz (Triller) *G* gesperrt ist. Um das Durchkriechen von Kindern und Vieh unter der Barrière zu verhindern, ist in halber Höhe von dem Boden die Latte *C* mittelst der Ketten *aa* an dem Schlagbaum aufgehängt, welche sich in geschlossener Stellung horizontal und mit den Enden gegen die Pfosten *D* und *E* legt, in geöffneter Stellung aber senkrecht an dem Schlagbaum herunterhängt, ohne die lichte Oeffnung der Barrière zu beeinträchtigen. So zweckmässig die letztere Einrichtung auch ist, so entspricht diese Zugbarrière doch nicht den auf den deutschen Vereinsbahnen geltenden Bestimmungen, weil sie nicht zum Selbstöffnen von zufällig eingeschlossenem Fuhrwerk eingerichtet ist, auch keine Läutevorrichtung besitzt.

§ 13. Drahtzugbarrière nach dem System Reder. — Während bei den Zugbarrièren mit Gegengewichten an dem kurzen Ende des Schlagbaumes der Wärter den Draht anziehen muss, wenn er die Ueberfahrt schliessen will, findet bei der von dem Betriebsdirector Reder construirten und vielfach auf der Hannoverschen Staatsbahn in Anwendung gekommenen Zugbarrière das umgekehrte Verhältniss statt, indem der Schluss der Barrière durch Nachlassen und das Oeffnen durch Anziehen des Drahtzuges veranlasst wird.

Fig. 6 auf Tafel XXIV veranschaulicht diese Construction. Am Fusse der Drehsäule *a* wird eine Rolle *d* befestigt, durch welche der am kleinsten Hebelarm *b'* des Schlagbaumes *b* befestigte Drahtzug *c* die rückgängige Richtung nach dem Wärterstandorte erhält. Das kurze Ende des Schlagbaumes wird so belastet, dass bei einer Stellung desselben unter etwa 45° gegen den Horizont Gleichgewicht ist. Neigt der Baum sich mehr der Horizontalen, so überwiegt der längere Hebelarm und bewirkt das Herabgehen desselben, während bei steilerer Stellung der kleinere Hebelarm der schwerere ist.

Bei einem ganz steilen Stande des Schlagbaumes würde, eben weil das kürzere Ende des Baumes das Uebergewicht hat, ein Nachlassen des Drahtes nicht das Niedergehen des Schlagbaumes zur Folge haben und ist deshalb ein Gegengewicht *e*, das mittelst einer Kette über die Rolle *d'* läuft, an einem besonderen Pfahle angebracht, um das Hinaufziehen des kürzeren Hebelarms zu bewirken. Auf das Auflager *f* legt sich das Gegengewicht *e'* dann auf, wenn der Schlagbaum durch seine geneigte Lage bereits stark am längeren Arme das Uebergewicht hat. An dem Rollenpfahl des Gegengewichts ist auch die Signalglocke *h* angebracht, welche mittelst des Drahtes *i* von dem Standorte des Wärters gezogen wird; an dem Stützpfahl *l* sind Führungen für die Zugdrähte *c* und *i*, theils mittelst Leitrolle, theils mittelst Gelenkdraht angeordnet.

Es liegt auf der Hand, dass ein so construirter, fast im Gleichgewichte befindlicher Schlagbaum, wenn er auf der Schlagsäule *g* aufliegt, also der Drahtzug nicht gezogen ist, mit geringerer Kraftanstrengung, indem man ihn bei *k* anfasst, in die Höhe gehoben werden kann. Der anscheinende Missstand dieser Construction, dass nämlich beim Reissen des Drahtzuges die Barrière herabgeht und den Uebergang schliesst, stellt sich bei Würdigung des Gleichgültigkeitsprincipes der Wärter gerade als ein besonderer Vortheil heraus, indem dann, wenn der Drahtzug gerissen und damit die Ueberfahrt gesperrt ist, der Wärter gezwungen wird, die Reparatur des Drahtes, zur Vermeidung der Klagen des die Ueberfahrt passirenden Publicums, ungesäumt vorzunehmen. Bei der älteren Construction der Schlagbaumbarrièren fiel dieser Druck auf die Wärter weg und dürfte häufig der Fall vorgekommen sein, dass, trotz aller Aufsicht, ein abgerissener Draht tagelang nicht reparirt wurde, und somit die Barrièren beim Passiren der Züge nicht geschlossen waren. Dagegen hat diese Construction den offenbaren Nachtheil, wenn ein Mensch oder ein Gespann sich an der Uebergangsstelle befindet und der Schlagbaum durch das Uebergewicht des längeren Hebelarmes gerade niederfällt, leicht eine Verletzung jener herbeiführen kann.

§ 14. Balancirte Drahtzugbarrière nach dem System Oberbeck. — Bei der in Fig. 1—10 auf Tafel XXV dargestellten, von dem Baumeister Oberbeck zu Aschersleben construirten Zugbarrière ist das Gegengewicht so normirt, dass der Schlagbaum sich bei jeder Stellung im Gleichgewicht befindet, daher weder selbst ein Bestreben sich zu öffnen oder zu schliessen besitzt, noch auf den Zugdraht eine dauernde Spannung überträgt. Zur Bewegung der Barrière dienen zwei getrennte Drähte, von denen einer das Schliessen, der andere das Oeffnen bewirkt. Dagegen fällt der sonst angewendete Drahtzug zum Ziehen der Barrièrenglocke, deren Ertönen vorschriftsmässig den Niedergang des Schlagbaumes vorher ankündigen soll, hier fort, indem der zum Schliessen dienende Draht das Läuten mit bewirkt. Es sind zu diesem Behufe in dem oberen Theile des Gerüstes *A* auf einer in den Pfosten unmittelbar befestigten Achse zwei gusseiserne Räder (in Fig. 6, 7 und 8 besonders dargestellt) von verschiedenem Durchmesser angebracht, welche sich unabhängig von einander drehen können, so lange nicht der an dem grösseren Rade angebrachte Mitnehmerstift *a* den auf dem kleineren Rade sitzenden Arm *b* berührt. Beide Räder sind auf ihrer Peripherie mit spiralförmig eingeschnittenen Gängen versehen, in welchen Ketten laufen. Die Ketten des grösseren Rades greifen an die beiden Leitungsdrähte $d\,d'$, ebenso $e\,e'$, die des kleineren an den Vorder- und Hinterarm des Schlagbaumes *B*, und zwar trägt jedes Rad zwei getrennte Ketten, zu deren Befestigung an dem Anfang und an dem Ende des spiralförmigen Ganges kleine Haken $c\,c'$ eingeschraubt sind. Da die Ketten in entgegengesetzter Richtung aufgewickelt sind und zwar so weit, dass sie immer noch einen Schraubengang zwischen einander frei lassen, so muss sich bei jeder Drehung des Rades von der einen Kette so viel aufwickeln, wie sich von der anderen abwickelt. Ganz in derselben Weise sind auf der Windetrommel *D* (Fig. 10), welche sich bei dem Standpunkt des Wärters befindet, zwei Kettenenden $f\,f'$ befestigt und einander entgegengesetzt aufgewickelt, von denen das eine *f* mit dem Draht *d* zum Oeffnen, das andere f' mit dem Draht d' zum Schliessen verbunden ist. Die eine seitliche Scheibe der Windetrommel *D* ist mit Sperrzähnen *g* versehen, in welcher ein Sperrhaken *h* von oben einfällt (Fig. 9). Von diesem Sperrhaken geht eine schwache eiserne Stange *i* nach einer Trittschiene *k* herunter, welche sich um einen am Windepfahl *E* befestigten Zapfen dreht, und auf welche der Wärter seinen Fuss stellt, wenn er den Sperrhaken auslösen will. Da der Fusstritt *k* sich nahe über dem Erdboden befindet, so ist der Spielraum so beschränkt.

dass der Sperrhaken nur wenig gehoben werden kann, und daher immer von selbst wieder in die Sperrzähne einfällt. Während durch diese Einrichtung der Wärter einerseits veranlasst wird, sich bei dem Schliessen der Barrière mit dem Gesicht nach derselben zu stellen, ist dadurch andererseits vermieden, dass die Einlegung des Sperrhakens einmal aus Nachlässigkeit unterbleiben kann. Die Stellung der Zähne ist so gewählt, dass die geöffnete Barrière ohne Auslösung des Sperrhakens nicht geschlossen werden kann, während die geschlossene Barrière auch vom Ueberwege aus aufzurichten ist, wobei der Haken *h* über die Sperrzähne *g* weggleitet und ein Klappern verursacht. Der Vorgang bei der Bewegung der Barrière ist nun folgender:

Der Schlagbaum sei geöffnet — Fig. 2. Der Mitnehmerstift an dem grösseren Rade steht in seiner höchsten Stellung. Der Arm des kleinen Rades liegt dicht an dem Mitnehmerstift, in der Zeichnung links davon. Sobald der Wärter den Sperrhaken *h* auslöst und die Windetrommel mittelst der Kurbel *l* in Rechtsdrehung versetzt, wird der untere Leitungsdraht *f' d'* straff gezogen und das grössere Rad durch denselben nach rechts herumgedreht. Der Mitnehmerstift *a* verlässt also den Arm *b*, fasst dagegen mit dem hinteren Ende den einen Arm des Winkelhebels *m*, dessen anderer Arm durch eine kleine Kette mit der Glocke *G'* verbunden ist. Die Glocke ertönt also gleich bei dem ersten Anziehen des Wärters. Erst wenn das grössere Rad fast eine ganze Umdrehung gemacht hat und der Mitnehmerstift den Arm *b* von der linken Seite ergreift, fängt auch das kleine Rad an, sich mit zu drehen, und gleich darauf ertönt die Glocke zum zweiten Male. Da aber die Angriffspunkte an dem Schlagbaum so gewählt sind, dass in der geschlossenen Stellung (Fig. 1) beide Kettenenden straff werden, in der geöffneten aber das hintere Ende schlaff herunterhängt, so vergeht erst noch etwa eine halbe Umdrehung, ehe der hintere Arm des Schlagbaumes durch die Kette angezogen wird. Das Schliessen kann daher überhaupt nicht vor sich gehen, ohne dass eine gewisse Zeit lang vorher das Glockensignal gegeben ist. Während des Schliessens ertönt die Glocke dann noch zum dritten Mal.

Das Oeffnen der geschlossenen Barrière geschieht in entsprechender Weise durch entgegengesetzte Umdrehung der Windetrommel und der Räder. Da der Mitnehmerstift hierbei den Klingelhebel von der entgegengesetzten Seite fasst, so gleitet er über ihn hinweg, ohne ein Läuten zu bewirken. Eine kleine Feder an dem unteren Arm des Klingelhebels führt diesen immer wieder in die normale Stellung zurück. Sobald der Schlagbaum sich auf die hinteren Streben auflegt, also der weiteren Drehung einen Widerstand entgegensetzt, haben die Räder die ursprünglich angenommene Stellung wieder erreicht.

Tritt der Fall ein, dass ein Fuhrwerk zwischen den Barrièren gefangen ist, so kann der Schlagbaum mit grosser Leichtigkeit vom Ueberweg geöffnet werden und bleibt in der Stellung, zu der er aufgerichtet ist, regungslos stehen. Gleichzeitig wird aber durch Vermittelung der hinteren Schlagbaumkette *e* zunächst das kleine Rad, durch Vermittelung des Arms *b* und des dahinterliegenden Mitnehmerstiftes *a* das grosse Rad, sowie durch Vermittelung des gezogenen Leitungsdrahtes *d' f'* auch die Windetrommel *D* in Umdrehung versetzt, und das dadurch bewirkte Klappern des Sperrhakens *h* ist eine Aufforderung für den Wärter, seine Aufmerksamkeit auf die Barrière zu richten und dieselbe nach Erfordern von Neuem zu schliessen.

Die hauptsächlichsten Vorzüge dieser Einrichtung, die sich auch praktisch vollständig bewährt haben, sind demnach:

1. Der Zugdraht wird seltener und weniger stark angestrengt, als bei den sonst üblichen Constructionen, und wenn er reisst, so geschieht dies während des Oeffnens oder Schliessens, wird also vom Wärter sofort bemerkt.

2. Die Barrière schlägt, auch wenn der Draht reisst, von selbst weder auf noch zu, gefährdet also die Passanten in keiner Weise.

3. Die Barrière kann vom Ueberwege aus nicht geschlossen, wohl aber geöffnet werden, letzteres jedoch nicht, ohne dass der Wärter davon avertirt wird.

4. Das Ziehen der Signalglocke ist dem Belieben des Wärters entzogen, ohne dass dafür ein besonderer Leitungsdraht angewendet wird.

In Betreff der Ausführung ist noch Folgendes zu bemerken:

Damit ein vollständiges Gleichgewicht in allen Stellungen des Schlagbaumes stattfinden kann, ist es nöthig, dass die gerade Verbindungslinie zwischen den Schwerpunkten des vorderen und hinteren Armes durch den Drehpunkt geht. Deshalb ist das Gegengewicht nicht durch einen aufgelegten Belastungsstein, sondern durch Armirung des hinteren Armes mit vier Enden von alten Eisenbahnschienen hergestellt, welche so gleichmässig um den Arm vertheilt sind, dass ihr Schwerpunkt in der Mittelachse des Schlagbaumes liegt. Ferner ist die Vorsicht angewendet, in dem hinteren Arm die Löcher, durch welche die Befestigungsbolzen gezogen werden, oval zu machen, damit, wenn das Holz durch Witterungsverhältnisse einmal sein specifisches Gewicht verändern sollte, leicht durch eine Verschiebung der Schienenstücke die Balance wieder völlig hergestellt werden kann.

Eine andere Rücksicht betrifft die Büchse, welche in den Schlagbaum eingesetzt ist und aus zwei Hälften besteht. Diese Hälften werden durch zwei von unten in den Schlagbaum eingesetzte Stellschrauben nach Erfordern zusammengepresst, um dadurch die Bewegung etwas zu hemmen. Da nämlich die Zapfenreibung den einzigen Widerstand gegen die Bewegung des Schlagbaumes bildet, so erfolgt dieselbe ohne jede Hemmung so leicht, dass beim Schliessen schon das erste Anziehen der hinteren Kette ein Voreilen des Schlagbaumes bewirkt, das Niedergehen also ruckweise vor sich geht. Durch die Schrauben ist dagegen eine sorgfältige Regulirung ermöglicht. Während das Oeffnen vom Ueberweg aus noch mit völliger Leichtigkeit geschieht, folgt beim Schliessen der Schlagbaum in ruhiger Drehung dem Zuge der Kette.

Wiewohl es nicht nöthig ist, die Leitungsdrähte völlig straff zu spannen, da durch das erste Andrehen der Windetrommel der in Thätigkeit zu bringende Draht ohnedies gespannt wird, so ist es doch räthlich, die Drähte von vornherein nicht schlaff hängen zu lassen, da sie sich mit der Zeit so wie so noch ausdehnen. Es bietet nun die Windetrommel selbst eine bequeme Gelegenheit zum Anspannen resp. Nachspannen des Drahtes. Ist nämlich der Schlagbaum so hoch aufgerichtet, dass er dem Zuge nicht weiter nachgiebt, so kann durch das fernere Drehen an der Kurbel eine starke Anspannung des gezogenen Drahtes bewirkt werden, wobei der Sperrhaken die rückgängige Bewegung verhindert. Der andere Draht wird um so schlaffer. Es lässt sich daher die damit verbundene Kette bequem aus ihren Haken auf der Windetrommel herausnehmen und mit der Hand soweit zurückziehen, dass ein weiter vorgelegenes Kettenglied eingehakt werden kann. Sobald der Sperrhaken ausgelöst wird, wobei die Kurbel vorsichtig festzuhalten ist, theilt sich die Hälfte von der Mehrspannung des ersteren Drahtes dem letzteren mit, wodurch für beide eine angemessene Straffheit zu erzielen ist.

Die Leitung des Zugdrahtes ist theilweise auch durch Curven geführt, ohne dass — bei Anwendung horizontal liegender Leitrollen — die leichte und gleichmässige Drehung der Windetrommel dadurch beeinträchtigt wäre.

Das Gewicht der gegossenen Eisentheile stellt sich folgendermaassen:

für das grössere Rad	. . . . .	25 Kilogr.
„ „ kleinere „	. . . . .	14 „
„ die Büchse	. . . .	4 „
„ „ Windetrommel mit Sperrrad		17,5 „
„ „ Kurbel	. . . . . .	2 „
	zusammen	62,5 Kilogr.

Eine etwas einfachere balancirte Drahtzugbarrière wurde (1872) von dem Betriebs-Inspector Fusshöller in Essen construirt und bei der Emscherthalbahn zuerst in Anwendung gebracht. (Abgebildet im Organ 1873, Tafel III.) Dabei wird durch das Umdrehen der Kurbel mittelst eines endlosen Drahtzuges ein gusseisernes, auf der schraubenförmigen Achse des Schlagbaumes sitzendes Scheibenrad auf der Achse verschoben und je nachdem dasselbe an den Barrièrenbaum angepresst wird, dieser geschlossen und gleichzeitig, schon 1 Minute vorher, die Klingelvorrichtung an dem Uebergang der Zugbarrière in Bewegung gesetzt oder in umgekehrter Richtung bewegt, und der Schlagbaum geöffnet, ohne dass die Klingelvorrichtung in Thätigkeit kommt. Das Oeffnen der Barrière durch einen eingeschlossenen Fuhrmann wird dem Wärter durch selbstthätige Umdrehung der Kurbel und einer zweiten damit in Verbindung stehenden Klingel an dem Wärterstand signalisirt.

§ 15. Drahtzugbarrière nach dem System Kirchweger. — Bei dieser von dem Maschinendirector Kirchweger bereits vor 16 Jahren angegebenen Construction hat das halbcylinderförmige Gegengewicht eine besondere Drehachse erhalten und ist ohne feste Verbindung auf das kürzere Ende des Schlagbaumes aufgelegt. Dieselbe ist auf mehreren norddeutschen Bahnen mit verschiedenen Modificationen zur Anwendung gekommen, unter welchen namentlich die von den Altona-Kieler und Lübeck-Büchener Bahnen die bemerkenswerthesten sind und hier beschrieben werden sollen. Auf der Altona-Kieler Bahn hatte man sich folgende Bedingungen gestellt, welchen diese Zugbarrièren entsprechen sollten:

1) Circa eine Minute bevor die Barrière anfängt sich zu schliessen, muss die Absperrung der Ueberfahrt durch ein continuirliches lautes und deutliches Läuten vermittelst eines unmittelbar neben dem abzusperrenden Uebergange anzubringenden Läutewerkes angekündigt werden.

2) Das Läuten darf nicht von der Willkühr oder Pflichttreue des die Verschlussvorrichtung bedienenden Bahnwärters abhängen; diese Construction soll vielmehr eine derartige sein, dass es vollständig unmöglich ist, dass der Schlagbaum sich schliessen könne, bevor das Läutewerk ca. 1 Minute gespielt hat.

3) Die Barrière muss so eingerichtet sein, dass selbst für den kaum denkbaren Fall, dass ein Fuhrwerk durch Muthwillen oder Nachlässigkeit des Fuhrmanns während des Niedergehens der Bäume zwischen denselben eingesperrt werden sollte, der Fuhrmann dennoch im Stande ist, »selbst« und zwar mit Leichtigkeit den Schlagbaum zu öffnen und in geöffneter Stellung festzustellen, so dass er ungehindert von dem Bahnkörper herunterfahren kann.

4) Da in dem sub 3 beregten Falle der betreffende Fuhrmann den geöffneten und festgestellten Schlagbaum kaum selbst wieder lösen und herunterlassen wird, so muss die Construction der Feststell-Vorrichtung so gewählt werden, dass dieselbe durch das nachherige Herunterlassen des Gegengewichts (Seitens des Wärters von dessem Standorte aus) gelöst werde, in der Weise, dass bei abermaliger Schliessung der Barrière der vorher in geöffneter Stellung festgestellte Baum sich wieder schliesst.

Nur unter derartigen Bedingungen wurde es seiner Zeit höheren Orts gestattet, eine Anzahl Wegübergänge an der Altona-Kieler Eisenbahn durch Drahtzugbarrièren zu schliessen.

Zur Erfüllung der Bedingungen ad 1 und 2 wurde die schon zuvor an der Hamburg-Lübecker Bahn angewandte Construction gewählt, welche auf dem Principe basirt, nicht das Gegengewicht der Schlagbäume, sondern ein ganz separates, mit den Schlagbäumen gar nicht in Verbindung stehendes Gewicht zur Ueberwindung der Reibung des Drahtzuges, sowie zur Bewegung des Läutewerkes dienen zu lassen. Auf Tafel XXIV in Fig. 9—14 und 21 und 22 ist diese Drahtzugbarrière abgebildet. — Ein eiserner Ring *a* (Fig. 11) dient zur Verbindung des Drahtzuges (einfacher Draht, oder bei längeren Zügen ein dünnes Drahtseil) mit 3 Ketten, welche über die 3 Rollen *b*, *c*, *d* (Fig. 14) laufen. — Ueber die Rolle *b* läuft die Kette, welche den ersten Schlagbaum *s* (Fig. 12) bewegt, über die Rolle *d* läuft die Kette, welche unter der Bahn durch, über drei fernere Rollen *e*, *f*, *g* (Fig. 13 und 14) laufend, den zweiten Schlagbaum s^1 bewegt, während über die mittlere Rolle *c*, welche durch ihre Umdrehung das gezahnte Rad *k* und somit das Läutewerk *i*, *k* (Fig. 21) in Gang setzt, die das Separat-Gewicht *G* bewegende Kette läuft. Das Gewicht wirkt vermittelst einer losen Rolle *h*, an welcher dasselbe aufgehängt ist, um bei einer Senkung von gewisser Länge einen doppelt so langen Weg des Drahtzuges zu erzielen, wodurch die Zeit des Läutens vor dem Niedergehen der Schlagbäume gleichzeitig verdoppelt wird, da das Läuten selbst nur durch die Bewegung des Gewichtes veranlasst wird.

Es ist nun ohne Weiteres einleuchtend, dass man die Längen der beiden Ketten, durch welche die Schlagbäume bewegt werden, gegenüber der von ersteren unabhängigen Länge der Kette, durch welche das Separatgewicht gehoben oder gesenkt wird, so abmessen kann, dass erst, nachdem dieses letztere Gewicht um eine beliebig zu bestimmende Länge gehoben und dadurch das Läutewerk eine entsprechende Zeit lang in Bewegung gesetzt ist, die Ketten, welche das hintere Ende der Schlagbäume behufs Schliessung des Ueberganges heben sollen, stramm werden und nun erst bei fernerem Anziehen des Drahtzuges die Schlagbäume allmählich niedergehen.

Durch diese Construction sind die beiden ersten der vorstehenden Bedingungen jedenfalls mit Sicherheit zu erreichen, vorausgesetzt, dass, was ja jederzeit sofort untersucht werden kann, die gesammte Verschlussvorrichtung in Ordnung gehalten ist, namentlich aber das Gewicht schwer genug ist, um die oft sehr erhebliche Drahtreibung zu überwinden. — Um die Letztere möglichst auf ein Minimum zu beschränken, läuft der Draht, bei Drahtzügen in geraden Linien, nicht wie sonst wohl gebräuchlich durch kleine eiserne Oesen oder Krampen, sondern er wird in Entfernungen von ca. 14 Meter durch grosse hölzerne drehbare Rollen *t* unterstützt (Fig. 10, 11 und 22), liegt auf diesen lose auf, und ein Abgleiten des Drahtes von den Rollen wird durch in dieselben eingeschlagene Drahtstifte verhindert.

Zur Erfüllung der 3. und 4. Bedingung wurde die erwähnte Kirchweger'sche Construction gewählt. Durch dieselbe wird beim Schliessen der Barrière nicht eigentlich der hintere kürzere Hebelarm gehoben, sondern es wird dem Letzteren vielmehr das ihn niederdrückende mantelförmige gusseiserne Gewicht *p* entzogen und, dessen Bewegung folgend, schliesst sich der Baum ebenso allmählich in Folge des natürlichen Uebergewichts des längeren Hebelarmes.

Ausser der mantelförmigen Belastung *p* (welche möglichst leicht sein muss) ist aber hauptsächlich der hintere kürzere Hebelarm des Baumes durch ein unter demselben befestigtes Gussstück *q* (oder durch Schienenenden) beschwert, ja nahezu aus-

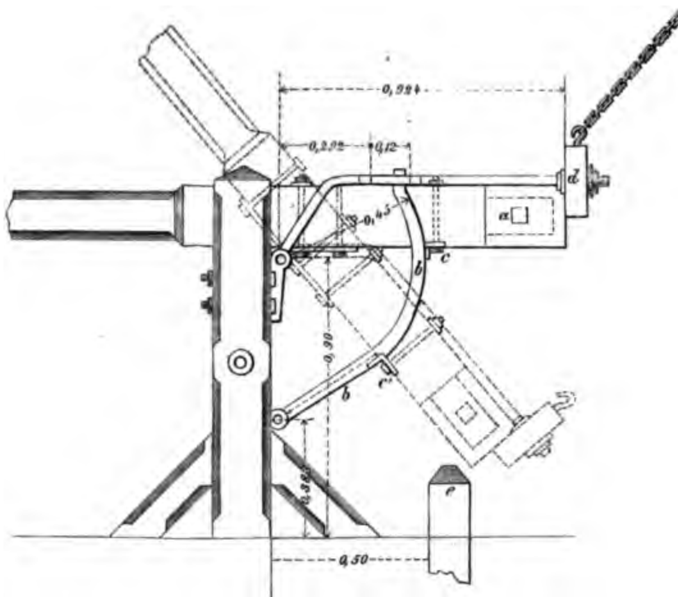
balancirt, so dass der Baum, wenn er geschlossen ist, durch einen Druck mit der Hand auf den hinteren Hebelarm leicht geöffnet werden und mittelst der Kette *n*, welche am Ende mit einem Ringe von ca. 40^{mm} Durchmesser versehen ist, an einem dazu bestimmten Haken *o* »von unten« aufgehakt und dadurch festgestellt werden kann, indem der Ring in Folge der starken Reibung sich an dem Haken *o* hält und nicht zu Boden fällt. — Die Länge der Kette *n* ist jedoch so abzumessen, dass der Schlagbaum durch die Feststellung nicht ganz so weit wie sonst geöffnet wird, sondern etwa in die in Fig. 13 gezeichnete Lage zu stehen kommt. [18])

Die durch den Wärter aufgewundene mantelförmige Belastung *p* verbleibt bei solcher Oeffnung und Feststellung in horizontaler Lage (Fig. 13) und erst wenn dieselbe durch Abwindung des Drahtzuges wieder herabgelassen wird, drückt sie auf den hinteren Hebelarm des Baumes und bringt diesen in seine völlig geöffnete Stellung. — Die Kette *n* wird dadurch schlaff, und weil der Ring derselben nur »von unten« auf den Haken *o* geschoben war, die Reibung des Ringes an dem Haken aber durch das Schlaffwerden der Kette fast gänzlich aufhört, so fällt der Ring nebst Kettenende zur Erde und es kann sich bei dem nächstfolgenden Verschluss des Ueberganges der Baum durch Anziehen des Drahtzuges wieder ungehindert senken.

---

[18]) Zweckmässiger hat man zum Feststellen des Schlagbaumes bei dieser Construction in neuester Zeit auf der Hannoverschen Staatsbahn die nachfolgende skizzirte Einrichtung (Fig. 17) angeordnet. An dem kurzen Arme des Schlagbaumes ist ausser dem beweglichen Gegengewicht *d* noch ein fixes Gegengewicht *a* seitlich angeschraubt, welches ein leichtes und bequemes Heben des Schlagbaumes bezweckt. Die Feststellung wird durch ein vorstehendes, unter dem Schlagbaum geschraubtes Winkeleisen *c*, welches in den Haken der beweglichen Arretirungsstange *b* eingreift, bewirkt. Lässt dann der Wärter das Gegengewicht *d* herab, so wird beim Aufsetzen desselben auf den Schlagbaum der Haken *b* über das Winkeleisen *c'* weggedrückt und der Baum erhält die freie Bewegung wieder. Der Pfahl *e* unter dem kurzen Arm des Schlagbaumes ist erforderlich, damit beim Oeffnen der Barrière von der Hand des Passanten der Baum nicht in eine senkrechte Stellung geräth, aus welcher er durch den angebrachten Mechanismus nicht befreit werden kann. Auf anderen norddeutschen Bahnen hat man zu diesem Zweck einen verzahnten Sperrradquadranten concentrisch mit dem Drehpunkte an der Drehsäule des Schlagbaumes angebracht, in welchen ein Sperrkegel an dem kurzen Ende des Schlagbaumes eingreift und diesen beim Oeffnen desselben durch Aufheben an dem langen Ende selbstthätig in jeder Neigung festhält, während beim Niederlassen des Belastungsgewichts der Sperrkegel von selbst wieder ausgelöst wird. Vergl. Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Ver. 1870, p. 164 und Organ 1871, p. 64.

Fig. 17.
Drahtzug-Barrière der Hannov. Staatsbahn = $1/_{25}$ d. nat. Gr.



Wenngleich nun nie behauptet werden kann, dass eine von einem entfernten Standorte aus abgesperrte Ueberfahrt unter allen Umständen dieselbe Sicherheit für den Betrieb, wie für die passirenden Fuhrwerke gewähre, als wenn solche Ueberfahrt von einem Wärter bewacht wird, so giebt es doch gewiss manche Wegkreuzungen, bei welchen ein Verschluss nach vorstehend beschriebener Construction für die allgemeine und allseitige Sicherheit vollständig genügt, während bei den meisten Zugbarrièren älterer Constructionen, welchen entweder ein Läutewerk gänzlich fehlt, oder bei welchen das Läuten vom Belieben oder der Pflichttreue des die Verschlussvorrichtung bedienenden Wärters abhängt, und welche, einmal geschlossen und durch Abwinden des Drahtzuges seitens des Wärters von dessen Standorte aus wieder geöffnet werden können, immerhin durch Einschliessung eines Fuhrwerks auf dem Uebergange zwischen beiden Schlagbäumen ein Unglücksfall sich ereignen kann. — Auch lässt es sich in solchem Falle nicht immer constatiren, ob der Wärter in Bezug auf das Läuten vor dem Niedergehen des Baumes seine Pflicht gethan habe, während bei vorstehend beschriebener Zugbarrière die Construction selbst, und nicht der Wärter, durch das ertönende Läutewerk den Passanten frühzeitig genug von der bevorstehenden Absperrung der Ueberfahrt benachrichtigt. —

Die grösste Entfernung zwischen zwei Uebergängen, von welchen der eine vom anderen aus mittelst einer Zugbarrière geschlossen wird, beträgt auf den Bahnen der Altona-Kieler Eisenbahn-Gesellschaft:

in geraden Linien 572 Meter,
in Curven . . . . 320 „

Die auf den Bahnen der Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft seit mehreren Jahren eingeführten Drahtzugbarrièren dieses Systems weichen namentlich in einer zweckmässigeren Construction des Läutewerkes und einigen anderen Details ab. Dieselbe ist in Fig. 12 bis 17 auf Tafel XXVI dargestellt.

Die Aufgabe, welche man sich daselbst gestellt, nicht allein ein mit den Zugbarrièren combinirtes Läutewerk zu construiren, vermittelst welchem eine Zeit lang v o r Schliessung der Schlagbäume ein von der Willkühr des Wärters ganz unabhängiges und anhaltend starkes Läuten stattfinden und das Schliessen der Schlagbäume wie das Läuten nur durch e i n e n Drahtzug bewirkt werden sollte, sondern auch die rückgängige Bewegung des Drahtzuges beim Oeffnen der Schlagbäume nicht durch das Gegengewicht derselben bewirken zu lassen, ist auf folgende Weise gelöst worden.

Das Läutewerk befindet sich auf einem von den nach dem K i r c h w e g e r'schen System eingerichteten Schlagbäumen getrennt stehenden Pfahl A von etwa $2^m,5$ Höhe. Zu beiden Seiten des Läutewerkes sind 2 Rollen, von denen die eine d mit der Welle des Läutewerkes in Verbindung steht, die andere d' nur als Führungsrolle dient. Von den an den Drahtzug sich anschliessenden Ketten geht eine über die auf der Welle c festgekeilte Rolle d nach einem zur Bewegung des Läutewerkes dienenden, mit loser Rolle versehenen Gewichte G, die zweite über die Führungsrolle d' nach dem ersten, und die dritte über eine unten am Pfahl befindliche Führungsrolle seitwärts nach dem zweiten Schlagbaume. Die Länge der Ketten verhält sich zu einander so, dass die Schlagbäume geschlossen sind, wenn das Gewicht G des Läutewerkes oben ist. Beim Anziehen des Drahtzuges setzt die Kette des Läutewerkes dasselbe sofort in Bewegung und das Läuten beginnt, während die Schlagbäume erst folgen, sobald deren Ketten stramm werden. Man kann demnach durch die Höhe des Pfahles A, auf welchem das Läutewerk steht, bestimmen, wie lange die Glocke vorher läuten soll, ehe die Bewegung der Schlagbäume beginnt. Bis zum vollständigen Oeffnen der Schlagbäume

gehen zunächst die 3 Ketten gleichmässig zurück, dann zieht die Gewichtskette des Läutewerkes, welches beim Rückgang nicht läutet, den Drahtzug vollends nach, während die Ketten der Schlagbäume nun schlaff werden. Das Gewicht G des Läutewerkes, welches allein die rückgängige Bewegung des Drahtzuges bewirkt, kann je nach der Länge des Drahtzuges durch aufgelegte geschlitzte Gussstücke regulirt werden. Es war durch diese Einrichtung ermöglicht, die Schlagbäume nur so stark zu belasten, als zu ihrer eigenen Bewegung eben erforderlich war, und die schädlichen Stösse, welche die beim Oeffnen aus dem Zustande der Ruhe in eine rasche Bewegung übergehenden Bäume auf den Drahtzug auszuüben pflegen, nahezu aufzuheben.

Eine Veränderung an den Schlagbäumen besteht darin, dass die Bäume in einem halbrunden gusseisernen Sattel (Fig. 17) liegen und mittelst Schraubenbänder bei rr gehalten werden. Man braucht demnach bei etwaiger Auswechslung nur die Schraubenbänder zu lösen und den neuen Baum einzulegen. Dadurch wurde jede Anbohrung der Bäume vermieden. Fig. 12, 16 und 17 zeigen diese Einrichtung.

Die verschiedenen Ansichten und Durchschnitte des Läutewerkes selbst sind in Fig. 13 bis 15 angegeben.

Auf der Grundplatte a steht zwischen zwei Lagerböcken b und e das mit einem Gehäuse versehene Läutewerk. Im Lagerbock b befindet sich die das Läutewerk bewegende Welle c nebst Rolle d, im Lagerbock e die für die Führung der Schlagbaumkette bestimmte Rolle d'. Auf der Welle c, unterstützt durch einen zweiten innerhalb des Gehäuses befindlichen Lagerbock, sitzen die grosse lose Zahnscheibe f und die kleine auf der Welle befestigte Mitnehmerscheibe g. Durch die kleine, mit Sperrzähnen versehene Mitnehmerscheibe erhält die grosse Zahnscheibe vermittelst des an derselben angebrachten Sperrkegels h nach einer bestimmten Richtung ihre Drehung. In umgekehrter Richtung bleibt die grosse Zahnscheibe stehen, indem ein an der Decke des Gehäuses hängender Sperrkegel i in die auf der Peripherie der grossen Zahnscheibe befindlichen Sperrzähne, deren Richtung den Sperrzähnen der Mitnehmerscheibe entgegengesetzt ist, einfallend, diese festhält, während die Sperrzähne der Mitnehmerscheibe unter dem betreffenden Sperrkegel weggleiten. Es findet dadurch beim Schliessen der Schlagbäume ein Läuten statt, beim Oeffnen dagegen nicht. Die an der Zahnscheibe f seitlich befindlichen Zähne, deren Eintheilung so bestimmt ist, dass durch deren wechselseitigen Eingriff in die Lappen der Hammerwelle diese in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt, treiben die Hammerwelle k. Der im Stiel möglichst dünn gehaltene Hammer l theilt sich vorne in zwei mit Ansätzen versehene Arme, deren Stellung so ist, dass die Ansätze die Glocke in der Mittellinie treffen. Zwei kleine Spiralfedern mm befördern nach jedem Schlage die rasche Entfernung des Hammers von der Glocke.

Ein an den Seiten des Gehäuses angeschraubter Bügel trägt sowohl die Glocke n wie das darüber befindliche Blechdach o.

Fig. 12ª zeigt die Drahtzugwinde, sowie Fig. 12 die ganze Anlage.[19])

[19]) Nach den auf den Hannoverschen Eisenbahnen gemachten Erfahrungen hat es sich bei der Anbringung der Läutewerke an diesen Drahtzugbarrièren, in Verbindung mit dem Schlagbaum behufs selbstthätigen Läutens der Glocke beim Schliessen des Baumes als nothwendig herausgestellt, dass

a) der Pfosten, welcher das Läutewerk trägt, eine den Verhältnissen entsprechende Höhe (nicht unter 3 Meter) erhält,

b) zur Verhütung des Herunterfallens der bei den geöffneten Schlagbäumen schlaff herunterhängenden Ketten von den Rollen des Läutewerkes ein geeigneter Bügel über den Rollen angebracht (vergl. Fig. 17, p. 486),

Die Kosten eines Läutewerkes stellen sich auf 54 Mk.

Die Maschinenbau-Anstalt von J. Arndt in Lübeck hat die Anfertigung dieser Läutewerke übernommen und solche bereits für eine grössere Anzahl Bahnen ausgeführt.

Auf dem Kirchweger'schen Princip beruhen auch die Drahtzugbarrièren der Oesterreichischen Nordwestbahn[20]), und diejenigen, welche von **Thomass** in Dresden (Fabrik für Eisenbahn-Bedarf) ausgeführt sind und auf der Muldenthalbahn (Glauchau-Wurzen), den Sächsischen Staatsbahnen, der Niederschlesisch-Märkischen Bahn und der Thüringischen Bahn, hie und da mit kleinen Abweichungen von der Zeichnung Fig. 1—4, Tafel XXVIII Verwendung gefunden haben. Sämmtliche Theile dieser Barrièren bestehen aus Eisen, mit Ausnahme des runden hölzernen Schlagbaumes, der in die gusseiserne, den kurzen Arm bildende Hülse eingesteckt und verkeilt wird, und der hölzernen Drahtleitungspfähle. Die Auffangesäulen sind aus alten Eisenbahnschienen gefertigt, die Drehständer, der Rollenständer und das Aufzugsgestell bestehen grösstentheils aus Winkeleisen. Zur Befestigung im Erdboden sind an die Winkeleisen horizontale, auf der hohen Kante stehende Flacheisen angenietet.

Das an einem Flaschenzuge hängende Gewicht hat seine tiefste Stellung, wenn die Barrière geöffnet ist, und es hängt dann die Kette, welche das vom Schlagbaum unabhängige Gewicht hebt, schlaff herunter Die Längen dieser Kette und der, welche das Gewicht des Flaschenzuges bewegt, sind so gewählt, dass die Barrière geschlossen ist, wenn das Gewicht des Flaschenzuges seine höchste Stellung erreicht hat. Beide Ketten sind vor dem Rollenständer in der entsprechenden Entfernung mit dem Drahtzuge vereinigt. Durch Anziehen des Drahtes wird die lose herunterhängende Kette des Gegengewichts allmählich straff, zu gleicher Zeit aber das Gewicht des Flaschenzuges gehoben, wobei die obere feste Rolle ein Anschlagen der Glocke veranlasst, welche so lange ertönt, ohne dass die Barrière sich bewegt, bis die Kette des Gegengewichts angespannt ist. Erst von dieser Zeit an senkt sich der Schlagbaum, während die Glocke weiter erklingt, bis ersterer geschlossen ist. Die Zeit, welche vom ersten Ertönen der Glocke bis zum Beginn der Bewegung der Barrière verfliesst, ist abhängig von der Höhe der obersten festen Rolle des Flaschenzuges über dem Erdboden. Der Schlagbaum ist mit der Hand zu öffnen und festzustellen, wobei das Gegengewicht oben bleibt. Zum Feststellen dient ein am Drehständer befestigter Haken, in welchen ein Stift des Schlagbaumes eingreift. Der Haken ist oben schräg abgebogen und wird beim Hinunterlassen des Gegengewichts von diesem bei Seite gedrängt und giebt den Stift frei, so dass sich beim Anziehen der Kette der Schlagbaum wieder bewegen kann.

Diese Construction hat sich sehr gut bewährt, entspricht allen Anforderungen der Bestimmungen des V. d. E. V. und erfordert sehr geringe Unterhaltungskosten. Sie hat nur den einen Fehler, dass ein schlauer Wärter, um an Zeit beim Schliessen und Oeffnen der Barrière zu sparen, den Draht von der Trommel nur so weit ablassen wird, als nöthig ist, die Barrière vollständig zu öffnen, nicht aber so weit, als erforderlich, das Flaschenzugs-Gewicht ganz hinunter zu lassen und die Kette des Gegengewichts in den schlaffen Zustand zu versetzen. Dann aber ist ein zeitweiliges Ertönenlassen der Glocke vor dem Schliessen des Schlagbaumes nicht möglich.

---

c) das Contregewicht zur Verhütung von Beschädigungen an dem Mechanismus mit einem sicheren Gehäuse (Kasten) umschlossen und

d) das Contregewicht selbst in der reichlichen Schwere bemessen werde.

[20]) Zeitschrift des österreich. Arch.- und Ingen.-Ver. 1874, p. 93.

Eine Barrière von 6^m Länge des Schlagbaumes wiegt:

2 Auffangesäulen à 47,0 Kilogr.	=	94 Kilogr.
2 Drehständer mit hölzernen Stangen à 194 Kilogr.	=	388 »
1 Läutewerk mit Rollenständer	=	108 »
1 Aufzugsvorrichtung	=	80 »
zusammen		670 Kilogr.

und kostet 400 Mark.

§ 16. Drahtzugbarrière nach dem System Röckl. — (Fig. 4—7 Tafel XXVII.) Dieses System ist auf der Bayerischen Staatsbahn, der Kaiser-Franz-Josef-Bahn und auf der Württembergischen Staatsbahn zur Anwendung gekommen und wird hauptsächlich von ersterer so sehr empfohlen, dass das Referat (für die VI. Versammlung der Techniker des V. d. E. V. 1874 in Düsseldorf) über die Beantwortung der Frage:

»Welche Construction von Drahtzugbarrièren entspricht bei »billigster Herstellung und einfachster Handhabung den An»forderungen des Bahnpolizei-Reglements am vollkommen»sten?«

folgende Schlussfolgerung ziehen konnte:

»Die bisherigen Erfahrungen lassen ein sicheres Urtheil über »die beste Construction nicht zu und werden weitere Versuche »mit den verschiedenen Constructionen, namentlich mit der »auf der Bayerischen Staatsbahn eingeführten Röckl'schen »und der auf der Braunschweigschen Bahn angewandten »Büssing'schen[21]) Construction empfohlen.«

Die Röckl'sche Drahtzugbarrière entspricht folgenden Anforderungen:

1) Die Barrière soll nicht geschlossen werden können, ohne dass vorher eine Zeit lang ein kräftiges Glockensignal erklungen ist.
2) Die geschlossene Barrière muss von einem eingesperrten Fuhrmanne von Hand zu öffnen sein. Es sollen hierbei beide Schlagbäume mit einander aufgehen und in der gegebenen Stellung stehen bleiben, damit das Fuhrwerk ungehindert durchfahren kann.
3) Von einem solchen Oeffnen der Barrière muss der Wärter an seinem Hause durch ein akustisches und ein optisches Signal in Kenntniss gesetzt werden, damit derselbe die Schranken wieder schliessen kann.
4) Auch dieses wiederholte Schliessen soll nicht ohne vorausgegangenes Glockensignal erfolgen können.
5) Die Barrière soll auch von der Hand schliessbar sein, jedoch so, dass das darauffolgende Oeffnen nicht nur wieder von Hand, sondern auch vom Wärterhause geschehen kann.
6) Beim Reissen des Hauptdrahtes soll:
   a) die Barrière sich nicht schliessen, sondern sich öffnen, damit kein Passant vom Schlagbaum getroffen werden kann,
   b) das Glockensignal soll trotzdem gegeben werden können, um die Personen, welche den Wegübergang zu überschreiten beabsichtigen, von der Ankunft des Zuges zu avertiren.

---

21) Organ 1875, p. 28 und § 18 dieses Capitels.

7) Die Construction soll

a) einfach, solid und wohlfeil in der Herstellung,

b) wohlfeil in der Unterhaltung,

c) sicher in ihrer Functionirung bei jeder Witterung,

d) einfach und controlirbar in der Bedienung sein.

Die Schlagbäume tragen auf ihren kurzen Enden befestigte Gegengewichte, welche durch ein Gewicht am Getriebe beim Wärterhause (Fig. 4, 5 und 7) nahezu im Gleichgewicht gehalten werden. Die Drahtleitung, welche die beiden Schlagbäume bedient, wiegt per laufd. Meter 0,09 Kilogr., wird in Abständen von 12 bis 15 Meter durch Pfähle unterstützt und greift mittelst eines an dem Drehpunkte des Schlagbaumes befestigten Hebels, der eine solche Stellung hat, dass derselbe bei geschlossener Barrière fast rechtwinklig zu der Richtung des Zugdrahtes steht, an den Schlagbaum an. Der Draht geht vor dem Rollenständer mittelst einer einfachen Compensationsvorrichtung in Form eines Waagscheites in 2 Ketten über, von welchen jede eine Barrière bedient. Beim Getriebe ist die Kette des Drahtzuges einmal über die mit vertieften Rinnen versehene Trommel gewickelt und es trägt dieselbe das oben besprochene Gewicht, welches das Gegengewicht des Schlagbaumes im Gleichgewicht hält. Es ist nun klar, dass der Schlagbaum in jeder Lage stehen bleibt und dass derselbe von der Hand geöffnet werden kann, wobei der Drahtzug von der Barrière her in Spannung gebracht, die Trommel des Getriebes beim Wärterhause in Umdrehung gesetzt und das Gewicht daselbst gehoben wird. Diese Umdrehung der Trommel bringt ein mit dem Getriebeständer verbundenes Läutewerk in Bewegung und stellt ein optisches Signal, welche beiden Signale den Wärter von dem Oeffnen der Barrièren in Kenntniss setzen, damit ein abermaliges Schliessen derselben erfolgen kann. Die Schlagbäume können ebenso von Hand geschlossen, wie geöffnet werden. Obgleich die Schlagbäume durch eine genaue Regulirung der Gewichte gezwungen werden können, in dem geschlossenen Zustande zu beharren, so ist solches jedoch sicherer durch eine am oberen Ende des Schlagbaumes angebrachte Kette zu erreichen, welche mittelst eines Ringes in einen nach unten schräg angebrachten Haken des Auflagerständers eingehängt wird. Beim Oeffnen muss der Wärter den Draht etwas anziehen, wodurch das lange Ende des Schlagbaumes etwas abwärts geht und die Kette aus dem Haken fällt.

In der Nähe der Barrière ist auf einem $4^{m},8$ hohen Ständer eine Glocke angebracht, deren Hammer durch eine feste Rolle in Bewegung gesetzt wird, über welche eine Kette gelegt ist, die an dem einen Ende ein Gewicht trägt und an dem anderen Ende an einem zweiten Draht (per laufd. Met. 0,045 Kilogr. schwer) befestigt ist. Die Achse der Trommel am Getriebe (Fig. 4 u. 5) ist mit der Trommel fest verbunden, nach der einen Seite verlängert, als Schraubenspindel geschnitten und trägt am Ende eine fest aufgekeilte Mutter. Die Kurbel, an welcher eine zweite, kleinere Trommel angebracht ist, schraubt sich mit dieser auf der Schraubenspindel von der festgekeilten Schraubenmutter bis an die grosse Trommel oder zurück und setzt mittelst der an beiden Gegenständen in entgegengesetzter Richtung angebrachten Sperrzähne die grosse Trommel in dem einen oder anderen Sinne in Umdrehung. Auf der kleinen Trommel der Kurbel ist die mit dem Draht des Barrièrenläutewerkes verbundene Kette befestigt, welche sich bei einer Umdrehung der Kurbel auf die kleine Trommel auf- oder von derselben abwickelt. Beim Aufwickeln dieser Kette, wenn also die Kurbel sich nach der grossen Trommel bewegt, entsteht ein starkes Läuten der Glocke bei der Barrière und es wird das Gewicht am Glockenständer

gehoben, bis die Zähne der grossen Trommel gefasst sind. Alsdann setzt sich diese in Umdrehung, während die Glocke weiter ertönt, zieht den Draht an und bringt die Barrière und das Gewicht der grossen Trommel zum Sinken. Sobald der Wärter die Kurbel aus der Hand lässt, bewegt sich dieselbe durch den Zug, den das Gewicht der Barrièrenglocke ausübt, gegen die feste Mutter zurück, wo sie den Mitnehmer derselben fasst. In dieser Stellung der Kurbel allein ist der Wärter im Stande, die grosse Trommel in die entgegengesetzte Umdrehung zu bringen und die Barrière zu öffnen, wobei die Glocke beim Getriebe anschlägt.

Die Glockenapparate sind so eingerichtet, dass der am Wärterstandorte befindliche nur ertönt, wenn die Barrière geöffnet, und der bei der Barrière angebrachte nur anschlägt, wenn dieselbe geschlossen wird. Demzufolge hat der Hammer der Glocke beim Wärterhause einen Daumen erhalten, der nach einer Richtung beweglich ist, so dass der Mitnehmer der Trommel den Daumen bei Seite drückt, wenn die Trommel in der einen Richtung bewegt wird, dagegen den Daumen sammt dem Hammer in Bewegung setzt, wenn die Trommel in umgekehrter Richtung in Umdrehung gebracht wird. Der Glockenapparat bei der Barrière hat in dieser Hinsicht eine andere Einrichtung, obgleich die oben beschriebene dort ebenso gut angebracht sein könnte. Um die feste Achse der Kettenrolle bewegt sich ein Sperrzahnrad, welches zum grössten Theil innerhalb der Rolle liegt, und von dieser durch bewegliche Arme, welche in die Zähne eingreifen, in Umdrehung gesetzt wird, oder welche über die Zähne wegstreichen, ohne eine Bewegung hervorzubringen, je nachdem die Rolle in der einen oder anderen Richtung gedreht wird. An dem Zahnrade sind Stifte angebracht, welche den Hammer fassen, mitnehmen und ihn wieder loslassen, in welchem Augenblicke dann eine Feder ihn gegen die Glocke schnellt. Die ganze Barrière ist im Vergleich zu der Vollständigkeit, mit der sie alle Anforderungen, welche an gute Drahtzugbarrièren gestellt werden, entspricht, überaus einfach, und es ist derjenige Theil, welcher eine stetige Beaufsichtigung bedarf, wie die Schraubenspindel, beim Wärterstandorte gelegen, also dort, wo der Wärter denselben stets vor Augen hat.

Die Barrière, in Holz ausgeführt, soll nach Angaben der Bayerischen Staatsbahn 369 Mark kosten[22]).

§ 17. Drahtzugbarrière nach dem System Wilke und nach dem System Barth. —

a) System Wilke.[23]) — A. Wilke & Co. in Braunschweig liess sich eine Drahtzugbarrière patentiren, welche auf der Badischen Staatsbahn, der Bayerischen Staatsbahn, der Berlin-Anhaltischen Bahn, der Berlin-Hamburger Bahn, der Braunschweigischen Bahn, der Main-Weser Bahn und der Ungarischen Staatsbahn angewendet ist und von einigen Bahnverwaltungen gelobt, von anderen als zu complicirt und theuer bezeichnet wird.[24]) Die Construction beruht auf dem Princip, eine Glocke vor dem Schliessen der Barrière ertönen zu lassen dadurch, dass beim Anziehen des Drahtes ein Gewicht gehoben wird. Erst wenn das Gewicht seine höchste Stellung erreicht hat, erfolgt bei fortgesetztem Läuten das Schliessen der Barrière. Auf dem kleinen Ende des Schlagbaumes befindet sich ein um einen Drehpunkt bewegliches Gegengewicht, welches durch einen im geschlossenen Zustande der Barrière ausge-

22) Organ, V. Supplementband. 1875, p. 18.
23) Organ, 1875, p. 28.
24) Organ, V. Supplementband. 1875, p. 18.

lösten Haken mit dem Schlagbaume verbunden ist. Durch einen zweiten Drahtzug wird das Oeffnen der Barrière per Hand dem Wärter mittelst Ertönen einer Glocke bei dessem Standorte angezeigt.

b) System Barth.[25]) — Diese Construction lässt durch Anziehen eines Drahtes ohne Ende einen in Form eines Rades gestalteten Mitnehmer in Bewegung setzen, der mittelst seitlich angebrachter Daumen sofort das Ertönen der Glocke bei der Barrière veranlasst. Das Schliessen erfolgt erst dann, wenn das Rad eine ganze Umdrehung gemacht hat. Ein Oeffnen mit der Hand hat auch hier das Ertönen einer Glocke beim Wärterstandorte zur Folge. Ein grosser Uebelstand bei dieser Construction ist der, dass der lange Arm des Schlagbaumes ein bestimmtes Uebergewicht haben muss, und mit grosser Geschwindigkeit niederfällt, wodurch ein öfteres Zerbrechen des Schlagbaumes veranlasst und ein Beschädigen des Passanten verursacht werden kann. Diese Construction ist auf der Braunschweigschen Bahn in Anwendung gekommen.

§ 18. Drahtzugbarrière nach dem System Büssing[26]). (Fig. 1—3, Tafel XXVII.) — Durch das Anziehen eines Drahtes wird ein Gegengewicht gehoben, welches durch eine auf dem kurzen Ende des Schlagbaumes befestigte runde Stange geführt wird. Die dieses Gewicht hebende Kette geht über eine Rolle, welche mittelst Ansätzen den Daumen eines Glockenhammers in Bewegung setzt und dadurch die Glocke zum Ertönen bringt, sobald die Barrière geschlossen werden soll. Die Kette ist mit ihrem einen Ende an dem Glockenständer befestigt und wird über eine an dem beweglichen Gegengewichte des Schlagbaumes angebrachte Rolle geführt, welche als lose Rolle wirkt, und wodurch erzielt wird, dass beim Anziehen des Drahtes (der in die Kette ausläuft) jedes Kettenglied einen doppelt so langen Weg zurückzulegen hat, als das Gegengewicht. Der Schlagbaum, dessen kurzes Ende schwerer ist, als dessen langes, bleibt im geöffneten Zustande stehen, bis das bewegliche Gegengewicht (bei stetigem Läuten der Glocke) seine höchste Stellung erreicht hat, und schliesst sich erst allmählich durch weiteres Anziehen des Drahtes. An der Kurbelwelle beim Standorte des Wärters sind 2 Trommeln befestigt, von denen die eine cylindrische Form besitzt und das Ende des in eine Kette auslaufenden Zugdrahtes hält, die andere aber eine konische Gestalt aufweist und mit Schraubenwindungen versehen ist, auf welchen sich eine zweite Kette auf- und abwickelt, welche nach aufwärts über eine Rolle geführt wird und ein Gewicht trägt. Die Rolle besitzt Mitnehmer und lässt eine am Getriebeständer befindliche Glocke ertönen, wenn das Gewicht gehoben wird. Die Kette greift an dem grössten Umfange der konischen Trommel an, wenn das Gewicht seinen tiefsten Punkt erreicht hat. In dieser Stellung ist die Barrière geschlossen, und es erhält das Gewicht, an der Trommel an dem grössten Hebelarme angreifend, die Schlagbäume in der geschlossenen Stellung, welche sonst vermöge des Uebergewichts, den der kurze Arm des Schlagbaumes aufweist, sobald der Wärter die Kurbel aus der Hand lässt, verlassen werden würde. Ein Abwickeln der Kette des Zugdrahtes von der cylindrischen Trommel, vermöge der Kurbel durch den Wärter, oder vermöge des Hebens des langen Schlagbaumarmes durch einen eingesperrten Fuhrmann, hat das Aufwickeln der zweiten Kette auf der konischen Trommel, ein Heben des Gewichts und ein Läuten der daselbst befindlichen Glocke zur Folge.

---

25) Organ 1875, p. 28.

26) Organ 1875, p. 28. — Musterconstructionen für Eisenb.-Bau, 1. Bd., 1. Lieferg., Serie E, Tafel 1.

Der dem Glockenständer des einen Schlagbaumes gegenüberliegende zweite Schlagbaum des Wegüberganges besitzt ein festes Gegengewicht und steht mit dem ersten Schlagbaum durch eine Kette in Verbindung, welche ihn beim Anziehen schliesst, beim Loslassen öffnet.

Diese Construction entspricht dem deutschen Bahnpolizei-Reglement und zeichnet sich durch folgende Vorzüge aus:

1) Das Schliessen der Barrièren vom Wärterposten aus kann erst nach einem 5 Secunden langen zwangsweisen Vorläuten geschehen.

2) Die Barrière kann von der Ueberfahrt aus mit der Hand geöffnet und wieder geschlossen werden, und zwar bewegen sich beide Bäume dabei gleichzeitig.

3) Wenn die Barrière von der Ueberfahrt aus, etwa durch eingeschlossene Passanten, geöffnet wird, ertönt bei dem Wärterposten ein Glockensignal, um den Wärter zu benachrichtigen.

4) Die Schlagbäume bleiben in jeder Stellung stehen, die sie bei einem etwaigen Oeffnen der Barrière von dem Uebergange aus erhalten. Der Wärter kann dieselbe mithin vom Getriebe aus durch einige Kurbelumdrehungen wieder schliessen.

5) Bei der Construction der Barrière ist auf grösste Einfachheit aller Theile grosses Gewicht gelegt, alle Manipulationen werden mittelst nur eines Drahtzuges ausgeführt und dadurch nicht nur ein niedriger Preis in den Anlagekosten erzielt, sondern auch der Hauptvorzug erreicht, dass sämmtliche Theile leicht zu repariren resp. auszuwechseln sind. Ein gebrochener Baum kann vom Wärter ohne besondere Werkzeuge wieder ersetzt werden.

Der Preis für eine solche Barrière, welche von der Eisenbahnsignal-Bauanstalt Max Jüdel & Co. in Braunschweig ausgeführt wird, beträgt

355 Mark in Tannenholz,
400 » » Eichenholz,
495 » » Eisen.

Dieses System ist auf der Braunschweigschen Eisenbahn, der Hannoverschen Staatsbahn, der Weimar-Geraer Bahn, der Berlin-Stettiner Bahn und der Westfälischen Staatsbahn im Gebrauch und wird von der Braunschweigschen Eisenbahn sehr empfohlen (vergl. das Referat im § 16 p. 490 dieses Capitels).

§ 19. Drahtzugbarrièren mit Drehthoren. Allgemeines. System Scheffler. — Bei Drahtzugbarrièren sind Thore, welche sich um eine verticale Achse drehen, den Schlagbäumen ganz entschieden vorzuziehen, da sie den eingeschlossenen Menschen und Thieren ein leichteres Oeffnen durch einfaches Anlehnen gegen die Thore gestatten. In Gegenden, wo das Vieh den ganzen Sommer auf der Weide liegt, ist es oft vorgekommen, dass solches sich auf den Wegübergang begeben hatte und durch Schliessen der Barrière eingesperrt wurde. Durch den Pfiff der Locomotive scheu gemacht, hat dasselbe sich oftmals gegen das Thor gedrängt, hat dasselbe geöffnet und sich selbst befreit. Ein eingeschlossener Fuhrmann kann, ohne sich von seinem Fuhrwerke zu entfernen und ohne seine Thiere aus den Augen und aus der Hand zu lassen, was manchmal grosse Gefahr mit sich bringen dürfte, sich gegen das Drehthor stemmen und dasselbe öffnen, während derselbe bei Anwendung von Schlagbäumen sein Fuhrwerk verlassen und seine beiden Hände zum Heben des Schlagbaumes benutzen muss. Ferner haben die Drehthore vor den Schlagbäumen noch den Vortheil voraus, dass sie den Uebergang in der ganzen Weite und Höhe und nicht allein durch Eine horizontale Stange absperren können, somit im geschlossenen Zustande auch das kleinste Vieh von dem Passiren des Ueberganges abhalten. — Die

Drehthore müssen sich beim Oeffnen von den Schienen wegwenden, damit jeder Eingeschlossene sich durch einfaches Gegenlehnen befreien kann.

System Scheffler.[27]) — Diese Construction besitzt grosse Einfachheit, erfordert geringe Anschaffungs- und Unterhaltungs-Kosten und erfüllt die Bestimmungen des Bahnpolizei-Reglements. — Beim Anziehen des Drahtzuges wird zunächst mittelst eines auf dem hinteren Theile des Thores horizontal angebrachten, segmentförmigen Mitnehmers die Glocke in Bewegung gesetzt, und sodann erst die Barrière geschlossen. Beim Oeffnen mit der Hand wird mittelst desselben Drahtzuges, wie bei der Büssing-schen Construction (s. § 18), eine auf dem Windebocke angebrachte zweite Glocke zur Avertirung des Wärters zum Ertönen gebracht. Diese Barrière kostet nach Angaben der Braunschweigschen Eisenbahn, welche sie angewendet hat, 480 Mark.

§ 20. Drahtzugbarrière mit Drehthor nach dem System Eichhorn.[28]) — Die Construction besteht im Wesentlichen aus einem Drehthor ohne Gegengewicht mit schiefstehender Achse, welche so gerichtet ist, dass das Thor im geöffneten Zustande vermöge seines Eigengewichtes das Bestreben hat, sich um die Achse zu drehen und in den geschlossenen Zustand, in welchem es seine tiefste Stellung erreicht, überzugehen. In den geöffneten Zustand wird es durch Anziehen des Zugdrahtes gebracht und durch Feststellen der Windevorrichtung gehalten. Beim Abwickeln des Drahtes geht das Thor allmählich in die geschlossene Stellung über. Es ist nun klar, dass das Thor vom Wegübergange her leicht geöffnet werden kann. Um dasselbe in diesem Zustande zu halten, ist eine Kette am Ende des Thores angebracht, welche in einen Daumen des Einfriedigungsständers eingehakt wird, die jedoch, sobald der Wärter den Draht anzieht und das Thor ein wenig gegen diesen Ständer bewegt, aus diesem Daumen gleitet und das Thor wieder zum Schliessen frei giebt. An dem Drehständer ist eine Glocke angebracht, welche, sobald das Thor in Bewegung geräth, ertönt und die Passanten avertirt. Auf ein Läuten eine bestimmte Zeit *vor* dem Schliessen der Barrière nimmt diese Construction keine Rücksicht, ebenso wenig darauf, dass der Wärter von dem Oeffnen des Thores durch ein akustisches oder optisches Signal verständigt wird.

Die Vortheile dieser Construction bestehen:

1) in dem geringeren Gewichte, welches die Thore infolge des Fehlens der Gegengewichte gegenüber den Schlagbäumen und der Scheffler'schen Construction aufweisen;

2) in der dadurch hervorgerufenen geringeren Beanspruchung aller Constructionstheile;

3) darin, dass die Kraft an einem $2^1/_2$- bis 4fachen Hebelarm an dem Drehthor gegenüber dem Schlagbaum angreift;

4) darin, dass beim Schliessen keine Kraft verwendet wird, sondern nur beim Oeffnen, dass also beim Reissen des Drahtes die Barrièren allmählich in die geschlossene Stellung übergehen.

Dagegen sind als Nachtheile dieser Construction hervorzuheben:

a) dass die Barrière sich gegen die Schienen öffnet, dass also ein eingeschlossenes Fuhrwerk, verlassen von dem Fuhrmann, auf den Schienen so lange stehen bleiben muss, bis derselbe das Drehthor geöffnet und festgestellt hat, und dass jeder von aussen in der Richtung nach den Schienen erfolgte Druck die Barrière öffnet;

---

[27]) Organ, 1875, p. 28.

[28]) Deutsche Bauzeitung, 1872, p. 343.

b) dass ein Mangel an genügender Durchbildung in der Construction der Glockensignale (wie vorhin erwähnt) besteht.

§ 21. Drahtzugbarrière mit Drehthor nach dem System der Pilsen-Priesen-Komotauer Eisenbahn. (Fig. 8—10, Tafel XXVII und Fig. 12, Tafel XXVIII.) — Diese vom Ingenieur M. Kreuzinger im Organ 1876, p. 45 veröffentlichte Construction nimmt zwar auf das Ertönenlassen einer Glocke vor dem Schliessen der Barrière und auf das Avertiren des Wärters von dem Geöffnetwerden der Barrière nicht die gebührende Rücksicht und entspricht daher den Bestimmungen des V. d. E. V. nicht ganz, — doch kann diesem Mangel auf leichte Weise abgeholfen werden, und dürfte dann ihrem Zwecke entsprechen.

Der Zapfen des Thordrehpfostens hat unten einen schraubenförmigen Ansatz erhalten, welcher in einen correspondirenden der Pfanne eingreift und auf diese schiefe Ebene hinabzugleiten sucht. Im geschlossenen Zustande der Barrière hat der schraubenförmige Ansatz seinen tiefsten Punkt erreicht. An diesem Ansatze ist ein Hebel in Form eines Kreisausschnittes angebracht, an welchem die Kette des Zugdrahtes und zwar infolge der Rollenform dieses Hebels stets unter einem rechten Winkel angreift. Beim Anziehen des Drahtes wird die Barrière geöffnet und durch die Schraube zugleich gehoben. Sobald der Draht gelockert wird, sucht sich die Barrière infolge des Eigengewichtes auf der schiefen Ebene hinunter zu bewegen und zugleich zu drehen, bis sie ihren tiefsten Punkt erreicht hat und den Wegübergang abschliesst. Ein Anlehnen gegen die Barrière wird dieselbe öffnen und den Zugdraht lockern. Das Aufhören der Einwirkung einer äusseren Kraft wird die Barrière zum langsamen Schliessen bringen, was somit nach der Befreiung eines Passanten, sowie beim Reissen des Zugdrahtes erfolgt.

Da diese Drehthore sich nach den Schienen zu öffnen (Fig. 12, Tafel XXVIII) und der Barrière jedes Signal fehlt, so hat diese Construction dieselben Nachtheile wie die vorige im § 20 geschilderte, ohne deren sämmtliche Vortheile aufweisen zu können.

§ 22. Drahtzugbarrière mit Drehthor nach dem System Trouchon. (Fig. 5—7, Tafel XXVIII.) — Der Bauinspector W. Trouchon in Oldenburg hat sich eine Drahtzugbarrière patentiren lassen, welche an Vollkommenheit, Einfachheit und Solidität der Construction wohl sämmtliche Systeme übertrifft.

Zum Abschlusse des Wegüberganges dienen 2 (an den beiden Seiten der Bahn liegende) Drehthore aus Schmiedeisen, von denen das eine Thor eine verticale Drehachse besitzt, die Achse des anderen dagegen eine Neigung 1 : 10 sowohl in der Richtung der Bahn, als auch in der Richtung des Weges erhalten hat. Beide Thore sind somit derartig construirt, dass das erstere in jeder Lage im Gleichgewicht sich befindet, das andere aber stets ein so grosses Uebergewicht hat, dass es das erste Thor, mit welchem es mittelst einer unter der Bahn liegenden Kette verbunden ist, in die abschliessende Stellung mitnehmen und sämmtliche Reibungswiderstände überwinden kann. An dem stets im Gleichgewichte befindlichen Thore wirkt die Drahtleitung, welche die Barrièren öffnet, sobald dieselbe durch Aufwickeln über eine Trommel des Getriebes beim Wärterhause in Spannung gebracht wird, dagegen dieselben schliesst, sobald diese Kraft aufhört. Ein Reissen des Drahtes bringt somit beide Barrièren zum langsamen Schliessen. Die beide Thore verbindende Kette greift an Hebelarmen derartig an, dass beide Thore nur gemeinschaftlich durch die Drahtleitung geschlossen oder geöffnet werden können.

Im Drahtzuge gleich hinter dem Thore ist zwischen zwei in einer Entfernung von $2^m,5$ stehenden Rollenpfählen eine mit einem Gewichte belastete lose Rolle eingeschaltet, welche sich auf der Kette des Drahtzuges frei bewegen kann und den Drahtzug in Spannung erhält. Je nachdem nun der Winkel, den die beiden Kettenrichtungen mit der Verticalen einschliessen, durch Anziehen der Drahtleitung spitzer oder stumpfer wird, ist die Spannung in der Kette kleiner oder grösser. Durch Anziehen des Drahtes wird die lose Gewichtsrolle gehoben, bis die Spannung in der Kette so gross geworden ist, dass sie das Uebergewicht des einen Thores, sowie die Reibungswiderstände überwindet und die Thore zum Oeffnen bringt. Beim Lockern des Drahtes wird zunächst das Gewicht sinken und die Spannung im Draht sich verringern, bis das Uebergewicht des einen Thores im Stande ist, die Reibung im Drahtzuge zu überwinden; alsdann werden beide Thore sich langsam schliessen. Von dem Augenblicke an, in welchem die Gewichtsrolle sich senkt, ertönt mittelst der an der oberen festen Kettenrolle befindlichen Mitnehmer, welche einen am Hammer befestigten Daumen in Bewegung setzen, die auf dem Rollenständer sitzende Glocke. Die Zeit, welche zwischen dem Beginne des Sinkens des Gewichts und dem Schliessen der Thore verfliesst, ist infolge der langen Kurbel und der 8fachen Uebersetzung am Getriebe etwa 30 Secunden. Die Kraft, welche an der Kurbel der Aufzugsvorrichtung zu wirken hat, ist sehr gering, so dass bei der angewendeten Uebersetzung schon das Eigengewicht der Kurbel ausreicht, um die Thore in jeder Lage im Gleichgewicht zu erhalten. Es ist daher jede Sperr- und Brems-Vorrichtung zu entbehren.

Ein eingesperrter Fuhrmann kann das Thor, an welchem die Leitung befestigt ist, nicht öffnen, ohne dass das andere mitgenommen wird; dagegen kann dieses mit schiefer Drehachse versehene Thor geöffnet werden, ohne auf das erstere eine directe Einwirkung auszuüben, weil durch das Oeffnen dieses Thores die beide verbindende Kette gelockert wird. Sobald jedoch ein Aufgehen dieses Thores erfolgt, hört die Kraft zu wirken auf, welche das Rollengewicht im Gleichgewicht hielt, es wird die Spannung im Drahtzuge sich vergrössern, das Thor mit verticaler Drehachse zum Oeffnen und das Rollengewicht zum Sinken bringen.

Obgleich beide Thore sich gleichmässig und langsam wieder schliessen, wenn die das Oeffnen bewirkte Kraft eines Passanten aufgehört hat, oder wenn die Leitung gerissen ist, und somit ein Benachrichtigen des Wärters von dem Oeffnen der Barrièren nicht erforderlich sein dürfte, da dieses Oeffnen dem nachfolgenden Passanten nicht mehr verderblich werden kann, so ist, wenn es erwünscht sein sollte, leicht ein Avertissementsignal einzureihen. Es ist demzufolge nur nöthig, die gewöhnliche Trommel durch eine andere zu ersetzen, welche zum Festhaken der Leitungskette Vorsprünge besitzt, die Kette unter der Trommel durch nach oben über eine feste Rolle zu führen, und sie in einem Gewichte endigen zu lassen. Die feste Rolle besitzt dann Mitnehmer und kann mittelst eines Daumenhammers eine Glocke in Bewegung setzen. Die Kurbel muss nach rückwärts verlängert und derartig construirt sein, dass die Schwerpunkte beider Arme sich in gleicher Entfernung von der Drehachse befinden. Das Gewicht muss so schwer sein, dass es das Rollengewicht (bei den Barrièren) bei einer bestimmten Stellung desselben im Gleichgewicht hält. Die Folge davon ist, dass, sobald die Thore per Hand geöffnet werden und das Rollengewicht sich senkt, die Spannung in der Leitung eine geringere wird und dass das Gewicht über der Winde, im Bestreben das Gleichgewicht wieder herzustellen, sich gleichfalls senken und die Glocke zur Avertirung des Wärters zum Ertönen bringen wird.

Dieses System erfüllt alle Bedingungen der »Technischen Vereinbarungen« und des »Bahnpolizei-Reglements« vollständig und weist überdies noch folgende Vortheile auf:

1) Beim Reissen des Leitungs-Drahtes schliessen sich beide Barrièren langsam, können aber keinen Passanten verletzen.
2) Die sämmtlichen Constructionstheile sind so angeordnet, dass die Witterungs- und Temperaturverhältnisse von keinerlei schädlichem Einflusse sein können.

Diese Barrièren werden als Drehthore, Drehbäume und Schlagbäume in Eisen und Holz von der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft in Lübeck hergestellt und kosten excl. Aufstellen für eine Weite von 6^{m},0:

	Pfosten aus Façoneisen	Pfosten aus alten Schienen
Drehthor-Barrière aus Schmiedeisen . Mk.	460	380
Drehbaum- - - - . -	355	270
- - - Holz . . . . -	270	—
Schlagbaum- - - Schmiedeeisen -	385	305

Das System ist seit mehreren Jahren auf der Oldenburgischen Staatsbahn zur Anwendung gekommen und soll sich sehr gut bewährt haben. Die einzelnen Constructionstheile sind in der dauerhaftesten Weise ausgeführt und vor Regen und Staub geschützt.

§ 23. Drahtzugbarrièren mit Kettenabschluss. — Die Drahtzugbarrièren mit Kettenabschluss kamen in den letzten Jahren anstatt der Schlagbaumbarrièren wegen der billigeren Herstellung, grösseren Dauer und billigeren Unterhaltung in Anwendung. Die einfachste Construction ist wohl die von dem Betriebsdirector Reder angegebene und in Fig. 11 und 12 auf Tafel XXV dargestellte.

Die Kette bildet den Verschluss in der gewöhnlichen Barrièrenhöhe (1^{m},0 bis 1^{m},25) und legt sich nach aufgehobenem Verschlusse in ganzer Breite der Ueberfahrt in eine in das Strassenniveau versenkte einfache Nuthbohle *d*, die nöthigenfalls mit Schutzschienen versehen ist, damit die Passage nicht gehindert wird. Um die Kette in der nöthigen Verschlusshöhe anzuspannen, sind ausser dem Pfahle *a*, woran das Ende der Kette befestigt ist, und dem Rollenpfahle *c*, die Doppelpfähle *bb* gesetzt, in deren Zwischenraum die Kette auf- und niedergehen kann und unter deren Kopfverbindungsbolzen oder Riegel *b'* dieselbe sich in angespanntem Zustande legt.

Da die Kette zum Zwecke des nöthigen Verschlusses der Ueberfahrt nicht straff angespannt zu werden braucht, dieselbe vielmehr ziemlich schlaff hängen kann, so lässt sich das Endglied derselben ohne grosse Kraftanstrengung aus dem am Pfahle *a* befestigten Haken heben, und der Verschluss der Ueberfahrt, zur Entfernung eines etwa eingefangenen Fuhrwerkes, beseitigen.

Das Niederlegen der Kette in die Rille der Nuthbohle *d* und das Zurückziehen des Drahtzuges nach aufgehobenem Verschlusse bewirken, neben dem Eigengewichte der Kette, die Gegengewichte *e* und *e'*, von denen *e* das schwerere ist. Die Schwere dieser Gewichte ist nach der Länge des Drahtzuges, dessen Reibungswiderstände in den Krampen oder Rollen der Leitungspfähle zu überwinden sind, zu bemessen. Die Verschlusskette besteht aus einer einfachen Gliederkette aus 9^{mm} starkem Eisen und wiegt pro laufenden Meter ca. 2,5 Kilogr. Auf dem Rollenpfahl *c* ist ausserdem noch die Glocke *g* anzubringen, deren Läuten durch einen besonderen dünnen Drahtzug *f* bewirkt wird.

Die Vortheile einer solchen Kettenzug-Barrière sind »Einschränkung der Herstellungskosten auf mehr als die Hälfte der Kosten einer Zugbarrière mit Schlagbaum und erheblich geringere Kraftanstrengung des Wärters beim Verschliessen der Ueberfahrt, sowie bedeutende Verminderung der Unterhaltungskosten«, welche letztere bei den anderen Verschlussarten, wegen des Faulens und der Abgängigkeit des vielen Holzwerkes und wegen der häufigen Erneuerung des Oelfarbenanstrichs sehr erheblich sind. Dagegen haben sie den grossen Nachtheil, dass die Verschlusskette — wie bereits oben in § 8, p. 471 erwähnt wurde — durch das Liegen in der Strassenrinne die schmutzige Farbe der Strassenoberfläche annimmt und aus der Ferne nicht mehr gut sichtbar ist, auch bei Nachtzeit keine Beleuchtung derselben in der Mitte des Verschlusses anbringen lässt.

Um diese Kettenbarrièren aus der Ferne sichtbarer zu machen und zugleich eine vollkommnere Absperrung des Uebergangs von der Bahn zu bewirken, so dass Kinder und Vieh bei der aufgezogenen Kette nicht durchkriechen können, construirte zu dem Ende der Oberingenieur Basler zu Ludwigshafen (1864) die in Fig. 13 bis 16 auf Tafel XXV dargestellten eigenthümlichen Kettenthor-Barrièren, welche seitdem auf den Pfälzischen Bahnen bei sehr frequenten Niveauübergängen mehrfach zur Ausführung gekommen sind.

An die Hauptbarrièrekette *a* und an die unten in der Strassenrinne befestigte Stange *b* (Fig. 15) sind in Abständen von 200—250^{mm} dünnere verticale Kettchen gespannt, welche sich mit der Hauptkette in die durch zwei Schienen *cc* (Fig. 15) gebildete Strassenrinne bei geöffneter Barrière theils durch das Gewicht der Ketten, theils durch die beiden Gewichte *d* und *e* versenken, damit die Passage nicht gehindert wird. Bezüglich der Gewichte ist noch zu bemerken, dass *d* ein leichteres Gewicht von Stein, *e* aber von Gusseisen ist, welch' letzteres durch Aufschrauben von Platten, je nach den Widerständen im Drahtzug, vermehrt werden kann. Dabei bleibt es von Wichtigkeit, dass sich das Gewicht *e* vertical auf- und abbewegen kann, zu welchem Zweck neben dem Ständer *f* eine ausgemauerte Grube anzubringen ist.

Bei diesen Kettenthor-Barrièren sind die Hauptbarrièrepfosten *h f k* von Stein, die Zugrolle *m* und die Windetrommel *n* sind seitlich mittelst aufgeschraubter Bügel an den Pfosten *f* und *k* befestigt und ebenso die Glocke *g* in dem an *f* angeschraubten Bügel *i* aufgehängt; die Glocke wird mittelst eines besonderen dünnen Drahtzuges *l* von dem Standort des Bahnwärters aus jedesmal vor dem Schliessen der Barrière gezogen. Nur die dünnen Rollen- oder Stützpfähle *oo* für die Drahtleitung *p* sind von Holz.

Als Vortheile dieses Systems sind anzuführen, dass alle Haupttheile von Stein und Eisen hergestellt werden können, dass in vielen Gegenden die ersten Anlagekosten nicht höher als bei dem Schlagbaumsystem, die Unterhaltung aber jedenfalls billiger zu stehen kommt; dann, dass die Weite der Barrière, d. i. die Wegbreite zwischen den Pfosten, so zu sagen nicht begrenzt ist, während bei Schlagbäumen diese Grenze sehr eng gezogen, was aber bei schiefen Uebergängen, namentlich mit Parallelwegen, oft sehr störend ist. Endlich, dass der Bahnwärter mit leichterer Mühe das Oeffnen und Schliessen der Barrière vollzieht.

Einen grossen Nachtheil haben jedoch die Kettenzugbarrièren mit versenkten Sperrketten, indem die Nuth im Strassenpflaster durch Schnee und Schmutz sich leicht ausfüllt, ja in kalten Gegenden die Kette sogar einfrieren kann. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat der Betriebs-Ingenieur Saller in Neu-Ulm eine (im Organ

1869, p. 58 beschriebene) neue »Kettenzugsschranke« angegeben, welche sich dadurch von den oben beschriebenen Kettenzug- und Kettenthorbarrièren unterscheidet, dass die Sperrketten nicht in die Strassenoberfläche versenkt, sondern über derselben ausgespannt sind. Zu dem Ende werden an die Stelle der Barrière-Pfosten ein Paar alte Eisenbahnschienen senkrecht in den Boden befestigt, dieselben dienen zur Leitung für die Belastungsgewichte, welche die Schiene mit dem nöthigen Spielraum umschliessen. Zwischen den Gewichten ist die Sperrkette straff angespannt und können die ersteren — und somit auch die Sperrkette — mittelst schwächerer Zugketten, welche über an der Spitze der Schienen angebrachten Rollen laufen und mit dem Zugdraht in Verbindung stehen (zum Oeffnen), leicht bis an die Spitze der Schienen gehoben, sowie (zum Schliessen) auf die gewöhnliche Barrièrehöhe versenkt werden. Obwohl diese Kettenzugbarrière, soviel uns bekannt, bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommen ist. scheint uns dieselbe als sehr praktisch und empfehlenswerth. Herr Saller hat die Kosten derselben auf 291 Mk. ohne die Schienen und mit denselben auf 417 Mk. berechnet. Die Sperrkette dieser Barrière lässt sich am Tage durch eine in der Mitte aufgehängte bemalte Scheibe und bei Nacht durch eine angehängte Laterne von Ferne sichtbar machen.

§ 24. Drahtzugbarrièren mit Schiebestangen. — Man hat auf einer französischen Bahn (auf der Linie von Gretz nach Coulomniers) in der Nähe von Paris auch versucht, eine Drahtzugbarrière mit Schiebestange zu construiren; dieselbe ist in Fig. 17 bis 19 auf Tafel XXV dargestellt. Die Schiebestange *a a* wird für das Oeffnen durch den Draht *b b* gezogen und für das Schliessen mittelst Umdrehen der Windevorrichtung (Fig. 19) in entgegengesetzter Richtung durch den Draht *c c*, welcher über die Rolle *d* mittelst einer Kette *e e* zurück an die Schiebestange geführt wird. Die Schiebestange *a* gleitet dabei auf der festen Stange *ff* und wird die Bewegung durch die beiden Rollen *gg* erleichtert; in geschlossenem Zustande liegt das vordere Ende der Schiebestange *a* zwischen den eisernen Gabeln des Pfostens *h* (Fig. 17a).

Das Glockensignal für das Schliessen wird gleich mit dem ersten Anziehen der Schiebestange durch diese selbst bewirkt, indem dieselbe auf der oberen Seite eine Anzahl kleiner eingeschlagener eiserner Zähne *ii* trägt, welche nach und nach den Hammer von einer in dem Gehäuse *k* befindlichen Glocke heben und jedesmal anschlagen lassen. Der Wärter muss jedoch die Schiebestange mit einer kleinen Unterbrechung anziehen resp. das Signal ertönen lassen, damit Fuhrwerke, welche gerade den Uebergang passiren, noch Zeit finden, denselben vor dem gänzlichen Schliessen zu verlassen.

Wenn der Wärter die Schiebestange zurückzieht, gleitet das nach hinten abgerundete und mit einem Gelenk versehene Ende des Hammerstiels über die vorspringenden Zähne *ii* der Schiebestange weg, ohne dass der Hammer selbst sich bewegt, und das Oeffnen erfolgt, ohne dass die Glocke anschlägt.

Der Preis dieser Barrièren ist etwas höher als der der Schlagbaumbarrièren (750 Francs = 600 Mk. pro Wegübergang bei 700 Meter langer Drahtleitung anstatt 600 Francs = 480 Mk. für die letztere); sie functioniren beide gleich gut, aber die ersteren können an beiden Seiten des Uebergangs nur nach und nach in Bewegung gesetzt werden, während bei letzteren beide Barrièren zugleich geöffnet und geschlossen werden können. Die letzteren sind daher vorzuziehen.

Neben diesen Barrièren ist, wie das in Frankreich meist üblich ist, noch ein besonderer Weg für Fussgänger in einer Breite von $1^{m},20$ angebracht, der an beiden Seiten der Bahn durch ein Drehkreuz *l* (Fig. 17a) abgeschlossen ist.

§ 25. Leitung der Drahtzugbarrièren und deren Bestandtheile. — Die Leitung besteht aus dem Draht, den Ketten, den Leitungs-Oesen und Rollen, und aus den Leitungs-Pfählen.

Der Draht ist in einer solchen Stärke zu verwenden, dass er den Kräften der Reibung in der Leitung und der Schwere der Schlagbaum- und Drehthor-Gewichte genügenden Widerstand leistet. Es ist somit die Dicke des Drahtes auch von dem dazu benutzten Material abhängig. In der Regel benutzt man der Billigkeit wegen gewöhnlichen Eisendraht, der jedoch vorher, um seine Sprödigkeit zu beseitigen, ausgeglüht werden muss, oft aber auch Telegraphendraht. Die Stärke des Drahtes ist 3 bis 4^{mm} und das Gewicht 0,10 bis 0,15 Kilogr. per laufd. Meter. Der Draht kostet per 100 Kilogr. 30 bis 35 Mk. und per laufd. Meter 3 bis 5,5 Pfennige. Die absolute Festigkeit des Eisendrahtes beträgt 7000 Kilogr. per □Centim. Bei 5facher Sicherheit darf derselbe also mit 1400 Kilogr. per □Centim. beansprucht werden.

Die Ketten, welche an den Stellen die Drahtleitung ersetzen, wo eine erhebliche Ablenkung aus der geraden Richtung erforderlich ist, bestehen gewöhnlich aus in einander gehängten Gliedern zusammengeschweissten Drahtes von 5 bis 6^{mm} Stärke und kosten per laufd. Meter 0,80 bis 1,20 Mk. Es ist besonders darauf zu sehen, dass die Ketten sehr gelenkig sind und sich bequem und innig der Form der Trommel und der Rollen anschmiegen können, wodurch ihre Haltbarkeit wesentlich erhöht wird. Da die Ketten erheblich theurer sind als der Draht, so ist ihre Anwendung auf das nothwendigste Minimum zu beschränken.

Die Oesen zur Führung des Drahtes sind an den Leitungspfählen befestigt und haben die in Fig. 8 und 9 auf Tafel XXVIII gegebene Form. Die Oese Fig. 8 wird eingeschraubt, die Fig. 9 eingeschlagen. Die erstere hat den Vortheil, dass der Draht durch geringes Umbiegen des oberen Endes der Oese, ohne diese aus dem Pfahl herausschrauben zu brauchen, aus der Oese herausgenommen werden kann, und dass die Reibung nur durch Bewegung von Eisen auf Eisen, nicht aber durch solche von Eisen auf Holz hervorgebracht wird. Zu den Oesen wird ein Draht von 2,5 bis $3,0^{mm}$ Dicke genommen, welcher etwa 0,05 bis 0,08 Kilogr. per laufd. Meter wiegt und der per Kilogr. 35 bis 50 Pfennige kostet. Der Preis für die Oesen Fig. 8 ist per Mille 12 Mk. und für die Fig. 9 per Mille 9 Mk.

Die Rollen werden gewöhnlich angewendet, wenn die Leitung in stärkeren Curven, etwa unter 500^{m} Radius liegt, und haben den Zweck, die Reibung zu vermindern. In den letzten Jahren sind zwei Arten von Rollen in Gebrauch gekommen, und zwar solche mit festen Lagern, und solche mit beweglichen Lagern, von denen die letzteren erhebliche Vorzüge besitzen. Obgleich bei ersteren der Bügel, welcher der Rollenachse als Lager dient, so gebogen und an dem Leitungspfahle befestigt wurde, dass die Rolle eine der Zugrichtung des Drahtes entsprechende verticale, horizontale oder schräge Lage bekam, so fand bei den beiden letzten Stellungen der Rolle grösstentheils ein Herausfallen des Drahtes aus der Rille statt, sobald die äussere Kraft an dem Drahte zu wirken aufhörte. Es setzte sich dann derselbe sehr oft zwischen Rolle und Bügel fest, was beim nächsten Anziehen des Drahtes zum Entstehen einer übergrossen Reibung und zum Reissen desselben Veranlassung gab (Fig. 11). Diesen Uebelstand beseitigen die Rollen mit beweglichen Lagern vollständig. Die beiden Arme des Bügels (als Lager der Rollenachse) sind oberhalb der Rolle vereinigt und tragen ein Scharnier mit horizontaler Achse, welche normal zu der Rollenachse steht und um welche diese sich in einem verticalen Halbkreise bewegen kann (Fig. 10).

Die in den Fig. 10 und 11, Tafel XXVIII ersichtlichen zwei Arten Rollen kosten

sammt zu jeder gehörenden zwei Befestigungsschrauben 1,20 Mk. per Stück bei C. Thomass, Fabrik für Eisenbahnbedarf in Dresden, der dieselben in dieser Construction (soweit bekannt) zuerst bei seinen Drahtzugbarrièren (§ 15 p. 489) anwandte.

Die Leitungspfähle sind gewöhnlich aus geschälten fichtenen Stangen gefertigt und haben dann einen runden Querschnitt von 90 bis 150^{mm} Stärke, oder sind auch wohl aus eichenen Bohlen geschnitten und besitzen dann einen quadratischen Grundriss von 90 bis 150^{mm} Seitenfläche. Die Länge der Pfähle ist auch verschieden und variirt von 1^{m},0 bis 1^{m},5, von welcher Länge etwa 0^{m},4 bis 0^{m},5 im Boden stehen. Der Kopf der Pfähle wird schräg abgeschnitten oder mit nach der Mitte ansteigenden schrägen Flächen versehen, um dem Wasser schnellen Abzug zu gestatten. Oft jedoch richtet sich die Form des Kopfes nach der Lage der Rollenbügel, der manchmal über denselben greift; hie und da wird der Pfahl sogar mit einem gusseisernen Deckel oder blechernem Dach versehen. Die Pfähle werden bei weichem Boden nicht eingegraben, sondern eingerammt und erhalten dann unten eine angekohlte Spitze. In Felseinschnitten jedoch wird für dieselben ein Loch herausgesprengt, und solche darin einbetonirt oder vermauert. Die Entfernung der Pfähle richtet sich nach der Curve, in welcher die Leitung liegt und beträgt 15 bis 25^{m}. Der Preis eines 1^{m},5 langen runden Pfahles, 100^{mm} stark, ist 25 Pfennige, der eines eichenen quadratischen Pfahles von 100^{mm} Seitenfläche etwa 70 Pfennige, dafür aber ist die Dauer des letzteren auch mindestens die 3fache.

§ 26. Barrièren für Fussgänger.[29]) — Zuweilen sind bei frequenten Niveauübergängen neben den Wegen für Wagen noch besondere Uebergänge für Fussgänger angeordnet, wie dies auf französischen Bahnen ziemlich allgemein üblich und sehr zu empfehlen ist. Sie haben den Zweck, den Fussgängern die Ueberwegung noch so lange zu gestatten, als die Züge noch nicht in Sicht sind, während die Barrièren für das Fuhrwerk zur grösseren Sicherheit früher geschlossen werden können. Man unterscheidet in Frankreich, wie bereits oben in § 7 angeführt wurde, 3 Gattungen dieser Barrièren.

Die einfachste und auf der französischen Nord- und Ost-Bahn ziemlich verbreitete Vorrichtung ist das bekannte Drehkreuz (auch Drehstock oder Triller, tourniquet genannt). Ein eichener Pfosten von 150 $\times$ 150^{mm} Stärke und ca. 1^{m},70 Länge, erhebt sich 1^{m},0 über den Boden und trägt an der Spitze einen verticalen eisernen Zapfen, um den sich ein aus zwei Stücken von je 1 Meter Länge und 120 $\times$ 120^{mm} Stärke im rechten Winkel zusammengeblattetes und mit Eisenbeschlägen verstärktes Kreuz leicht drehen kann. Dieser Apparat ist mit geringem Spielraum zwischen dem einen Pfosten der beweglichen Barrière des Fahrwegs und dem Endpfosten der anschliessenden festen Einzäunung eingeschaltet, wie Fig. 17^{a} auf Tafel XXV und Fig. 7 und 8 auf Tafel XXIV zeigen. In der letzteren Figur trägt der etwas höhere Endpfosten *F* von der festen Einzäunung zugleich die Laterne *f* für die Beleuchtung des Wegüberganges.

So einfach diese Vorrichtung auch ist, so hat sie den Nachtheil, dass Kinder und kleinere Thiere unter dem Drehkreuz durchkriechen und leicht auf die abgeschlossene Bahn gelangen können, ausserdem ist das Passiren derselben für Personen mit Traglasten sehr unbequem. In Frankreich ist deshalb durch einen Ministerialerlass vom 14. Juni 1855 statt dieser Drehkreuze die Anwendung von Gitterthüren

---

29) Vergl. Goschler, Ch., Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Tome I, p. 220.

vorgeschrieben, die sich von selbst schliessen und mit einer Verschlussvorrichtung ausgerüstet sind, welche dem Wärter gestattet, sie während des Passirens des Zuges an einen festen Pfosten anzuschliessen.

Die Fig. 15 und 16, Tafel XXIV, zeigen eine bei den französischen Bahnen und namentlich bei der Ostbahn häufig angewandte Gitterthür (portillon). Dieselbe wird durch zwei im Winkel von 90° zusammengefügte Rahmen *DD'* mit einer gemeinsamen Drehachse gebildet. Der obere Drehzapfen wird von einem eisernen Band umschlossen, das an dem Hauptbarrière-Pfosten *A* angeschraubt ist, und der untere Zapfen ruht in einer Pfanne oder auf einem seitlich an *A* angeschraubten Stützkegel. Der gemeinschaftlichen Drehachse giebt man gewöhnlich die kleine Neigung nach dem Stützpfosten *C* hin, damit die Thür beständig zugehalten wird. Diese Thüren erhalten $1^m,20$ Höhe und $0^m,70$ Weite; die Rahmen werden allgemein aus Eichenholz hergestellt, auf welche ausserhalb tannene Latten von 47^{mm} Breite und 22^{mm} Dicke aufgenagelt werden. Diese Thüren können entweder mit einer grösseren Barrière, wie in Fig. 15 und 16, verbunden, oder auch freistehend in einem festen Zaun angebracht sein. In beiden Fällen müssen die Barrièrepfosten bis auf den gewachsenen Boden reichen, mit Grundschwellen und Streben versehen oder durch massives Mauerwerk fundamentirt sein. Die Herstellungskosten einer derartigen Gitterthür auf der französischen Ostbahn beliefen sich:

a. in Verbindung mit einer anderen Barrière auf 37 Frcs. 94 Cent. = 30,35 Mk.

b. freistehend auf 50 Frcs. 75 Cent. = 40,60 Mk.

Dieses System ist wenig kostspielig und entspricht dem Zweck viel besser als das oben beschriebene Drehkreuz. Man kann daran auch ein kleines Schloss anbringen, durch welches der Wärter die Thür während des Vorbeifahrens der Züge verschliessen kann.

Eine dritte Art von Barrièren für Fussgänger sind die sogenannten Schlupfpforten (guichets), welche in neuester Zeit, namentlich auf der französischen West- und Nordbahn, in Anwendung gekommen und auch auf den Oldenburgischen Staatsbahnen vom Director Buresch eingeführt sind. Die Fig. 17 und 18 auf Taf. XXIV veranschaulichen diese Construction bei *F* und *G*. An der Seite des Barrièrenpfostens *B* ist entweder innerhalb, wie bei der Nordbahn, oder nach aussen, wie bei der Westbahn, für den Fussgänger ein Stück Schlupfgang *G* angebracht, in welchen er genöthigt ist einzutreten, um die Thür wieder zumachen zu können und die Passage frei zu machen.

Bei der Nordbahn haben diese Pförtchen eine Breite von 700^{mm}. Das ganze Rahmenwerk besteht aus kantigem Eichenholz und ist mit tannenen Latten beschlagen. Der Barrièrepfosten trägt innerhalb eine kleine Rolle, die auf einer geneigten Ebene gleitet und so beständig das Pförtchen geschlossen hält.

Auf der Westbahn haben diese Pforten dagegen eine Breite von $0^m,8$ bis $1^m,0$; das Rahmenwerk besteht gleichfalls aus Eichenholz. Die Pfosten sind in massives Mauerwerk gegründet, oder sie sind mit Grundschwellen und Streben versehen. Eine kleine Klinke dient zum Verschluss; dieselbe kann auch mittelst eines besonderen Schlüssels durch den Wärter im Augenblicke des Vorbeifahrens vom Zuge fest verschlossen werden.

Dieses System ist zwar etwas complicirter und kostspieliger als die zuletzt beschriebene Vorrichtung, die Anwendung hat sich aber als sehr zweckmässig erwiesen; denn der Durchgang erfordert eine gewisse Bewegung, die dem Menschen leicht fällt,

die Thiere sind jedoch ohne grosse Schwierigkeit nicht im Stande, diesen Weg zu passiren, zumal wenn die Pforte mit einer Klinke verschlossen ist.

In England hat man noch eine einfachere und zweckmässigere Anordnung von diesem System gemacht. Die Fig. 20 auf Tafel XXV zeigt dieselben in $^1/_{50}$ der Naturgrösse. Die Pforte *a* öffnet und schliesst sich in einem spitzwinkeligen Raum *b*, in welchen der Fussgänger beim Passiren eintreten muss.

Auf einzelnen Bahnen kommen auch in den gewöhnlichen Bahneinzäunungen Barrièren für Fussgänger vor, um den Eigenthümern, deren Grundstücke durch die Bahnlinie getheilt werden, den Durchgang zu gestatten. Es sind dies meist ordinäre Lattenthüren, die für gewöhnlich geschlossen sein müssen, und können dieselben nur mittelst eines Schlüssels geöffnet werden, der dem Eigenthümer unter gewissen Bedingungen anvertraut ist.

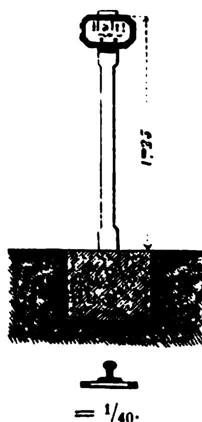
§ 27. Warnungs- und Halttafeln. — Zu jedem Niveauübergange gehören auch noch zwei Warnungs- und zwei Halttafeln, von denen je eine auf jeder Seite der Bahn und zwar die Ersteren seitlich vom Wege in der Nähe der Barrière, die Letzteren aber 12 bis 15 Meter davon entfernt aufgestellt werden. Die Warnungstafeln enthalten die polizeilichen Vorschriften in Betreff des Passirens vom Uebergang und wegen etwaigen Beschreitens von sonstigem Bahnterrain. Die Halt- oder Merkpfähle bezeichnen die Grenze, über welche hinaus bei geschlossener Barrière Fuhrwerke und Viehheerden sich der Bahn nicht nähern dürfen. Die letzteren Tafeln enthalten daher gewöhnlich in grosser Schrift nur die Worte: »**Halt!** bei geschlossener Barrière«, welche auf die in weisser Oelfarbe gestrichene Holztafel mit schwarzer Farbe geschrieben wird, während die grössere Menge Schrift der Warnungstafel gewöhnlich auf weisse Leinwand oder Cannevas gedruckt und auf die Warnungstafel aufgenagelt wird, welche noch durch eine Verdachung und durch vorspringende Seitenleisten vor Regen, Schnee und sonstigen Witterungseinflüssen möglichst geschützt sind. Die Fig 19 auf Taf. XXVI stellt eine solche hölzerne Warnungstafel und Fig. 18 eine ebensolche Halttafel der Hannoverschen Staatsbahn dar.

Da die gemalte oder auf Leinwand gedruckte Schrift der Warnungstafeln und Halttafeln bald verwittert und auch das Holz zu rasch vergänglich ist, werden die Warnungs- und Halttafeln in neuerer Zeit häufig ganz in Eisen hergestellt. In sehr billiger und zweckmässiger Weise werden die Pfosten oder Säulen hierzu aus schadhaften, breitbasigen Schienen, welche als Alteisen zum Verwalzen nur mit 9,20 Mk. bis 10 Mk. per 100 Kilogr. zu verwerthen sind, hergestellt, daher ein Pfosten von $1^m,50$ Länge für die nachstehend skizzirte Halttafel (Fig. 18) ein Gewicht von ca. 50 Kilogr. hat und sich auf ca. 5 Mk. berechnet, sowie ein Pfosten für die daneben skizzirte Warnungstafel von $2^m,25$ Länge ein Gewicht von ca. 75 Kilogr. hat und ca. 7,50 Mk. kosten wird. Die Tafeln in Eisenguss mit grosser, weit sichtbarer Ueberschrift, deren erhabene Schrift $6-8^{mm}$ hoch sein kann, sind mit verstärkten Umfassungsrändern versehen und werden mit je vier Nieten oben an die Seite des breiten Fusses der Schiene angenietet. Der Preis für eine $300^{mm} \times 400^{mm}$ grosse Warnungstafel ist ca. 5,50 Mk., sowie für eine $210^{mm} \times 160^{mm}$ grosse Halttafel ca. 1,50 Mk.; hierzu kommt noch ein zweimaliger schwarzer Oelfarbenanstrich. Die Tafeln werden auf der Schriftseite zuerst mit weisser Oelfarbe zwei Mal und dann die erhabene Schrift mit einem stumpfen Pinsel schwarz gestrichen, so dass diese Schrift deutlich hervortritt. Diese eisernen Warnungs- und Haltpfähle kommen bei der Anlage nur ein Unbedeutendes theurer als die obigen hölzernen Pfähle. Durch eine wenig Kosten veranlassende Bearbeitung der Schienenstücke, z. B. das theilweise

Schmälermachen des gleichbreiten Fusses, wie in Fig. 18, kann diesen Gegenständen mitunter eine das schwerfällige Aussehen sehr vermindernde Form gegeben werden.

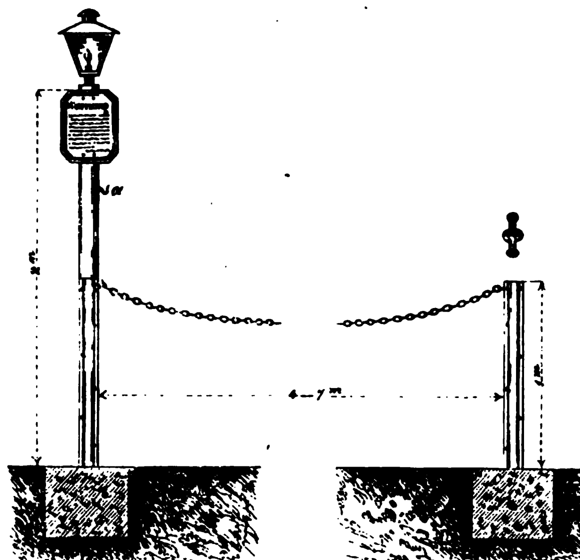
Wo billige Quadersteine in der Nähe zu haben sind, können diese eisernen Pfähle in solche eingelassen und mit Gyps vergossen werden, wo aber die Quader zu kostspielig zu beschaffen sind, kann man künstliche Quader in der Weise billig herstellen, dass man 400 bis 500^{mm} weite und tiefe Gruben an der Aufrichtungsstelle aushebt, den eisernen Pfahl auf einem grösseren Stein ruhend senkrecht hineinstellt und mit grobem Steinschotter die Grube ausfüllt, sowie die Zwischenräume mit flüssigem Cement ausgiesst, oder indem man den Pfahl regelrecht einbetonirt, wie es auf der Württembergischen Staatsbahn geschieht.

Fig. 18.



= 1/40.

Fig. 19.



Die in Fig. 19, Taf. XXVI dargestellte Warnungstafel der Hannoverschen Staatsbahn kostet incl. Anstrich, Aufbringen der Placate und Setzen 8 Mk. und die in Fig. 18 dargestellte Halttafel incl. Setzen und Anstrich 4 Mk.

Ferner kostet eine ganz eiserne Halttafel der Zittau-Grossschönauer Staatszweigbahn, bestehend aus einer Säule von T-Eisen mit angenieteter Blechtafel für die Schrift, incl. Fundamentquader, Aufstellen und Anstrich 12 Mk.

Bei den in § 8 beschriebenen eisernen Kettenbarrièren mit Pfosten aus alten Bahnschienen kann man dem einen Pfosten durch Ueberragen der einen Schiene eine grössere Höhe geben, und oben an die Fläche des Schienenfusses die gusseiserne Warnungstafel annieten, zugleich auch an der Spitze eine Laterne zur Beleuchtung des Wegüberganges befestigen, wenn dieser sehr frequent ist, während bei weniger frequenten Planübergängen hierzu das Anhängen der Handlaterne des Wärters an den Haken *a* (Fig. 19) genügt. (Vergl. § 172 der technischen Vereinbarungen des D. E. V.)

§ 28. Abtheilungszeichen. — Unter Abtheilungszeichen rechnet man gewöhnlich auch die im letzten Paragraphen beschriebenen Warnungs- und Halttafeln, und ausserdem die Neigungszeiger, Wärter-Controltafeln, Wärter-Controlpfähle, Stationstafeln, Meilensteine, Stationssteine (1/100 Meilensteine) oder Kilometersteine und Hundertmetersteine.

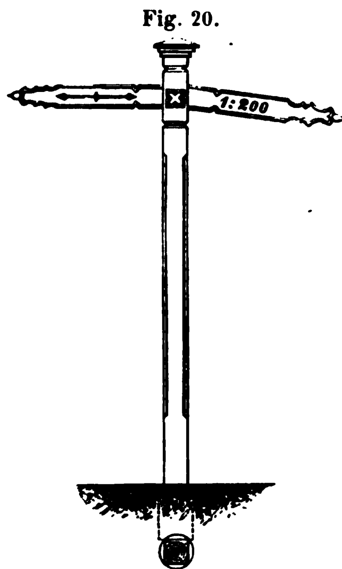
Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen in dieser Beziehung:

§ 48. Die Bahn ist in bestimmten Längenabschnitten mit Abtheilungszeichen zu versehen.

§ 49. Jeder Wechsel des Gefälles der Bahn ist durch einen Neigungszeiger zu bezeichnen.

a. Die **Neigungszeiger** oder Gradientenpfähle werden auf den verschiedenen Bahnen in verschiedener Form ausgeführt und die Neigung in sehr verschiedener Weise bezeichnet. Die nachfolgende Fig. 20 zeigt die Gradientenpfähle der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn in Form von Wegweisern in Eichenholz ausgeführt und mit Oelfarbe gestrichen. Durch die horizontale, geneigte oder erhobene Richtung der Arme soll der Locomotivführer schon aus weiter Ferne erkennen, ob er bei dem nächsten Gefällewechsel an eine Neigung oder Steigung kommt, um hiernach die Regulirung des Dampfes vornehmen zu können. Da jedoch diese Arme in Deutschland parallel zur Bahn gerichtet werden, so ist dieses nicht gut möglich. Dennoch ist diese Stellung der Gradientenzeiger auf den deutschen Bahnen am meisten verbreitet.

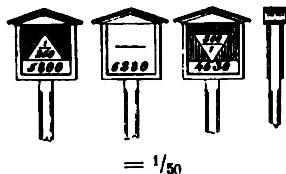
Fig. 20.



Zweckmässiger ist daher jedenfalls die Anordnung dieser Gradientenzeiger mit Armen auf der Hannover-Altenbecker Eisenbahn, auf welcher dieselben nach dem Vorgange der schwedischen Bahnen winkelrecht zur Bahn gestellt sind. Dabei ist immer derjenige Arm, welcher für die betreffende Richtung maassgebend ist, weiss angestrichen und die Neigung mit schwarzen Ziffern, sowie die Länge der Strecke mit rothen Ziffern in Metern angegeben, während der andere hier nicht geltende Arm mit einem schwarzen Anstrich überdeckt ist.

Die Fig. 21 stellt die Gradientenpfähle der Bayerischen Staatsbahn in Form von doppelten Tafeln dar, über denen eine Verdachung angebracht ist. Durch einen horizontalen Strich oder durch ein weisses gleichschenkliges Dreieck im blauen Felde wird die horizontale Strecke, Neigung oder Steigung bezeichnet. Ist die Spitze des Dreiecks nach oben gerichtet, so beginnt die Steigung, nach unten dagegen das Gefälle, dabei ist die Stärke der Neigung in Form eines Bruches in dem Dreieck schwarz eingeschrieben, während die Länge der betreffenden Strecke in Fussen auf weissem Grunde angegeben ist. Diese Tafeln stehen rechtwinkelig zur Bahnachse an dem Rande der Bahnkrone, so dass der Führer aus ziemlicher Ferne die Richtung des Gefällwechsels erkennen kann. Sämmtliche Holztheile dieser und auch der vorher beschriebenen Neigungszeiger sind mit den Landesfarben in Oel angestrichen.

Fig. 21.



$= {}^1/_{50}$

Da die hölzernen Gradientenpfähle nur eine geringe Dauer haben, und namentlich die nothwendige häufige Erneuerung des Anstriches und der Schriftbezeichnung ziemliche Kosten verursacht, so hat man auf vielen Bahnen in neuester Zeit diese sowie andere Abtheilungszeichen ganz in Eisen hergestellt. Die nachfolgende Fig. 22 zeigt die sehr zweckmässigen eisernen Gradientenzeiger der Ostholsteinischen Bahn. Dieselben sind ganz von Gusseisen, die beiden Arme können sich um einen in die Säule eingesteckten Bolzen drehen, so dass man ihnen jede gewünschte

Stellung — horizontal, fallend oder steigend — geben kann. An der Stelle, an welcher die Arme durchgesteckt sind, hat die Säule neben dem Bolzen an jeder Seite zwei Löcher; auch sind die Arme mit je drei Löchern versehen, welche so vertheilt sind, dass man mittelst eines Splintes die drei verschiedenen Richtungen feststellen kann. Hierdurch erzielt man den Vortheil, dass man eine bestimmte Art Gradientenpfähle versetzen kann, ohne sie für eine bestimmte Stelle aussuchen zu brauchen, und erst später die betreffenden Arme anbringen kann. Die Säule ist bis zur Unterkante $1^m,72$ hoch, vom Planum gemessen, und hat einen 572^{mm} langen hohlen eisernen Fuss, der auf einen eingerammten Pfahl festgekeilt wird.

Säulen und Arme wiegen 75 Kilogr. und kosten sammt Holzpfahl, Anstrich und Aufstellen 24 Mk. pro Stück.

Fig. 22.

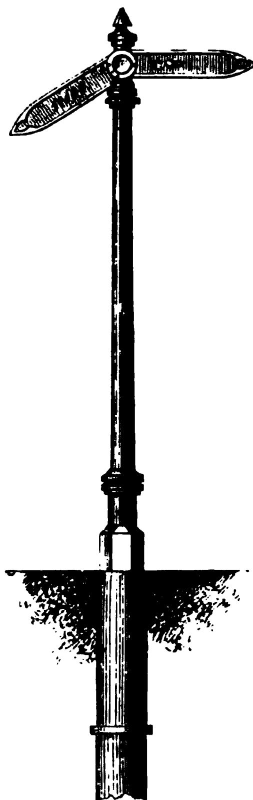


Fig. 23.

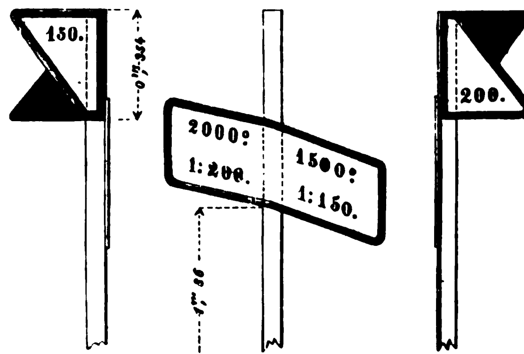
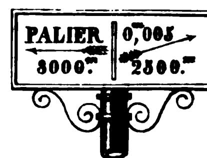


Fig. 24.



= $^1/_{25}$.

Die vorstehende Fig. 23 stellt die eisernen Neigungszeiger der königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau dar. Die Säule besteht aus T-Eisen von 52^{mm} Basis und Höhe und 6^{mm} Stärke (wovon der laufende Meter 4,78 Kilogr. wiegt), dieselbe ist in einen rohen Quader von 495^{mm} Seite, deren Oberfläche nahezu mit der Bodenoberfläche in Waage liegt, möglichst scharf eingelassen und mit Cementmörtel und kleinen festen Steinen gut verkeilt, welche Befestigungsweise sehr wohlfeil ist und sich sehr gut bewährt hat. An diesen Säulen zeigt eine nach den Steigungsverhältnissen geschnittene, angenietete Tafel, in Richtung parallel zur Bahnachse, Länge und Maass der Neigung an, während eine über dieser Tafel in Richtung winkelrecht zur Bahnachse angenietete Blechnase auf grössere Entfernung hin die zu erwartende

Neigung dem Locomotivpersonale angiebt. Die aufwärts gekehrte Spitze deutet eine Steigung, die abwärts gekehrte ein Gefälle, das Rechteck eine Horizontale an. Die (wenig gefällige) Säule ist vom Quader bis zur unteren Blechplatte $1^{m},86$ hoch.

Der ganze Gradientenzeiger kostet mit Fundament, Anstrich und Aufstellen 16 Mk., während ein hölzerner Gradientenpfahl der Hannoverschen Staatsbahn, ähnlich dem in Fig. 20 dargestellten, incl. Anstrich und Setzen 9 Mk. kostet.

Bei der französischen Westbahn an der Linie nach Rennes bestehen die Gradientenzeiger aus einer rechteckigen gusseisernen Platte von 700^{mm} Breite und 250^{mm} Höhe, die parallel zur Bahnachse auf einer hohlen gusseisernen Säule — ähnlich derjenigen von in Fig. 37 auf p. 513 beschriebenen Kilometerpfosten dieser Bahn — befestigt ist. (Siehe Fig. 24 auf p. 507.) Die gusseiserne Tafel ist durch einen senkrechten Strich in zwei Theile getheilt, wovon jeder Theil einen in Relief dargestellten Pfeil in der Richtung der Neigung trägt; über dem Pfeil giebt eine Zahl den Grad der Neigung per Meter an und unter dem Pfeil bezeichnet die in Oel gemalte Ziffer die Länge der betreffenden Bahnstrecke in Metern. Die Säule dieses Gradientenzeigers wiegt 70 Kilogr., die Tafel 10 Kilogr., und das Ganze kostet mit Setzen und Anstrich 36 Francs = 28,80 Mark.

Auf den Württembergischen Staatsbahnen bestehen die Pfähle der Gradientenzeiger aus schwachen T-Eisen, welche in Quader, die eine achteckige Form (oben schmäler als unten) erhalten haben und etwa 300^{mm} im Boden stehen, eingegossen sind. Die Arme sind aus Zink mit Relief-Buchstaben und Zeichen gegossen und an einen schmiedeeisernen Rahmen genietet, der dieselben aussteift und die Verbindung mit den Pfählen vermittelt. Diese Gradientenzeiger mit ihrem sauber gearbeiteten Quadersockel haben ein gefälliges Aussehen.

Die Gradientenzeiger der Muldenthalbahn (Glauchau-Wurzen) bestehen aus schmiedeeisernen Röhren und gusseisernen Armen mit erhaben gegossenen Zeichen. Die Röhren sind in Quadern, welche vollständig in der Erde stecken, eingegossen.

Das Neigungsverhältniss wird in Frankreich allgemein dadurch ausgedrückt, dass die Erhebung per Einheit der Längenausdehnung angegeben wird, während in England und Deutschland gewöhnlich die Längenausdehnung auf eine Einheit Erhebung angeschrieben wird.

b. Curvenpfähle. Auf einzelnen Bahnen hat man auch an den Wechselpunkten von Curven und geraden Linien Abtheilungszeichen, ähnlich den Neigungszeigern aufgestellt, so namentlich auf der Linie Kreiensen-Holzminden der Braunschweigschen Eisenbahn, wo auf den Armen dieser Abtheilungszeichen die Länge der geraden Linie oder der Curve in Ruthen und ebenso der Curvenradius angegeben ist. Wenn der Curvenwechsel mit dem Gefällwechsel zusammenfällt, so sind an denselben Pfosten die Curvenarme unter den Neigungsarmen angebracht.

c. Wärter-Controltafeln und Bahnwärter-Grenzpfähle. Die Sicherheits-Anordnungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben vor:

§ 170. Während des Tages ist die Bahn mindestens dreimal und während der Nacht, wo es thunlich ist, kurz vor jedem Zuge durch die Wärter zu revidiren. Bei dieser Revision ist insbesondere auf die Dienstfähigkeit der Weichen zu achten.

§ 171. Zur Controle der von dem betreffenden Bahnwärter oder Nachtwächter vorgenommenen Revision der Bahn und der Bahnhöfe sollen entsprechende Einrichtungen getroffen werden.

Um die Controle für die Thätigkeit des Bahnbewachungspersonals zu ermöglichen, hat der Finanzrath Netke in Dresden zuerst (1848) eine einfache Einrichtung angegeben, die sich seit der Zeit in verschiedenen Formen auf vielen norddeutschen Eisenbahnen verbreitet hat.

Eine der besten Arten der Verwendung dieser Einrichtung ist die auf der Hannoverschen Staatsbahn gebräuchliche, welche in Folgendem näher beschrieben ist: Aussen an jeder Bahnwärterbude ist eine Tafel (Fig. 25) aufgehängt, auf welcher eine doppelte Reihe weiss und schwarz angestrichener und mit den Nummern 1—6 versehener Täfelchen aufgesteckt sind. Etwa eine Stunde vor dem Vorbeifahren eines Zuges nimmt der Wärter die dem erwartenden Zuge entsprechenden Nummertäfelchen und hängt zum Zeichen der Revision seiner Bahnstrecke das weisse Täfelchen immer in der einen und das schwarze in der andern Richtung an den an jeder Wärtergrenze aufgestellten Bahnwärtergrenzpfählen (Fig. 26) auf, so dass,

Fig. 25.

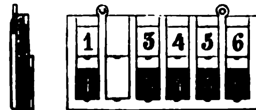
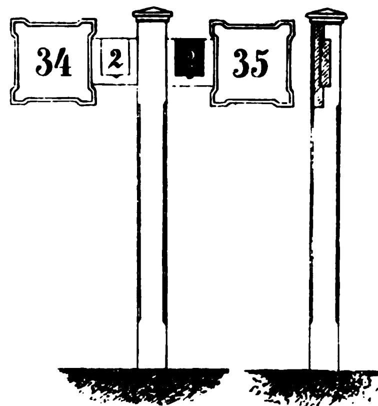
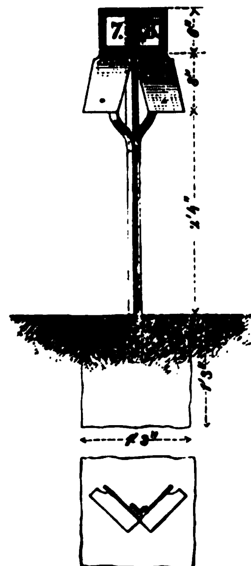


Fig. 26.



= 1/25.

Fig. 27.



nachdem auch die benachbarten Wärter die Revision ihrer Bahnstrecke und das Aufstecken der Nummertäfelchen an den Grenzpfählen ausgeführt haben, an jedem Grenzpfahle ein weisses und ein schwarzes Täfelchen mit derselben Nummer sich aufgesteckt finden, während dieselben Nummern an sämmtlichen Wärter-Controltafeln (Fig. 25) der ganzen Bahnlinie fehlen. Es ist demnach die geschehene Revision der Bahn von dem Zugpersonale sehr leicht zu controliren, so dass, wo Unregelmässigkeiten an den Controltafeln und Pfählen vorkommen, diese und die betreffende Nummer des Bahnwärters notirt, sowie Letzterer deshalb zur Rechenschaft gezogen werden kann.

Nach dem Vorbeifahren des Zuges und wenn der nächste Zug in nicht zu kurzer Zeit folgt, nimmt der Bahnwärter, nachdem er die Barrièren der Niveauübergänge seiner Strecke geöffnet hat, von neuem eine Revision seiner Bahnstrecke vor, wobei er die Nummertäfelchen des nächstfolgenden Zuges an den Grenzpfählen seiner Strecke aufhängt, während er die vorhergehenden Nummern an seinen Posten mit zurücknimmt und dieselben an die bestimmten Stellen der Controltafeln (Fig. 25) wieder aufsteckt und so fort.

Bedeutend einfacher ist die Einrichtung der Controltafeln auf der Schweizer Nordostbahn. Zwei Täfelchen — das eine viereckig, das andere oval — tragen die Nummer der Wärterbude. Die erfolgte Revision der Bahnwärterstrecken wird dadurch von dem Locomotivführer und Zugführer controlirt, dass man sich überzeugt, ob jene quadratischen und ovalen Täfelchen abwechselnd in einer regelmässigen Folge an den Bahnwärter-Grenzpfählen und Wärterbuden aufgehängt sind.

Bei der königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau sind ganz eiserne Bahnwärter-Grenzpfähle eingerichtet, welche zugleich zum Aufhängen der Controltafeln dienen. Die vorstehende Figur 27 veranschaulicht dieselben. Zur Säule ist Winkeleisen von 40^{mm} Seitenlänge und $3^1/_2{}^{mm}$ Stärke, pro laufenden Meter 2,38 Kilogr. schwer, verwendet, welche in rauhe Steinwürfel von 757^{mm} Seite eingelassen und mit Cement festgegossen sind. Die von Eisenblech gefertigten Controlnummerträger ruhen schräg auf angenieteten Bügeln, unter den verticalstehenden Streckennummern, bei 45 Gradstellung zur Bahnrichtung.

Eine solche Bahnwärter-Grenzsäule kostet mit Fundament, Aufstellen und Anstrich nur 5,50 Mk. und ist der oben beschriebenen hölzernen von der Hannoverschen Staatsbahn jedenfalls vorzuziehen. Bei den Bahnmeister- oder Oberbahnwärter-Grenzsäulen trägt die zuletzt beschriebene eiserne Grenzsäule ausserdem noch ein höheres Verticalschild mit passender Bezeichnung. Eine solche kostet mit Fundament, Anstrich und Aufstellen 6,50 Mk. Dagegen kostet der in Fig. 26 dargestellte hölzerne Controlpfahl der Hannoverschen Staatsbahn incl. Anstrich und Setzen pro Stück 6 Mk. und die in Fig. 25 dargestellte Controlnummertafel mit den zugehörigen 12 Nummern incl. Anstrich etc. 4 Mk.

Auf den königl. Sächsischen Staatsbahnen sind auf vielen Strecken steinerne Bahnwärtergrenzpfähle aus Granit-Säulen verwendet.

d. Stationsnamentafeln sind auf älteren und neueren Bahnen Deutschlands in Gebrauch, obwohl in neuerer Zeit die Namen der Stationen meist nur an den Stationsgebäuden angeschrieben oder mittelst angehefteter Metallbuchstaben zur Schau gebracht werden. Wenn auch letztere Einrichtung billiger und in den meisten Fällen ganz zweckentsprechend ist, so sollten doch an solchen Stationen, wo man vom Zuge aus, z. B. durch die vorspringenden bedeckten Perrons die darüber am Stationsgebäude angeschriebenen Stationsnamen nicht sehen kann, jene Stationsnamentafeln an geeigneten, vom Zuge aus leicht sichtbaren Stellen, nicht fehlen. Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen hierüber unter § 79:

> **Der Name des Bahnhofes ist mit grossen deutlichen Buchstaben, vom Perron aus sichtbar, anzugeben. Zweckmässig ist es, auch die Entfernungen von den nächsten Hauptbahnhöfen beizufügen.**

Letztere Bestimmung ist deshalb wünschenswerth, damit der Reisende die Entfernung bis zum Ziel seiner Reise selbst bemessen kann und namentlich an Zwischenstationen, wo der Aufenthalt der Züge oft kurz ist, sich schon vorher zum Aussteigen vorbereiten kann. An Kreuzungsstationen mit Wagenwechsel sind solche frei stehende Stationsnamentafeln unentbehrlich. Die Form dieser Tafeln ist sehr verschieden, die Fig. 28 zeigt solche von der Hannoverschen Staatsbahn an Kreuzungsstationen, z. B. von Lehrte.

Die Inschriften auf beiden Seiten der lackirten, mit Holzrahmen eingefassten und auf zwei Pfosten ruhenden Blechtafeln lauten:

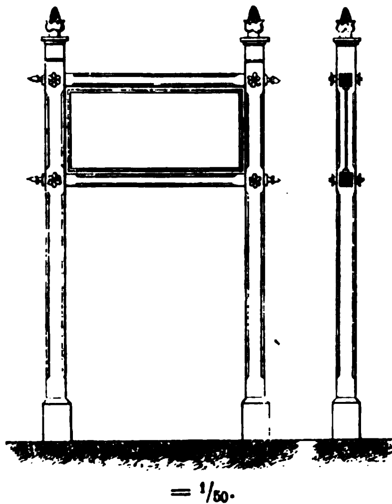
Lehrte
(Hildesheim 24 Kilom. Hannover 15 Kilom.
Braunschweig 45 Kilom. Celle 27 Kilom.)

Diese Tafeln stehen auf dem Inselperron zu beiden Seiten rechtwinkelig zur Bahnachse, so dass man die Inschriften bequem, sowohl vom Zuge, als vom bedeckten Perron aus lesen kann.

Für die Nachtzeit hatte man früher daselbst auch noch Stations-Transparent-Namentafeln, welche in Form von einer grossen länglichen Laterne mit Milchglas, auf diesen Scheiben die Schrift tragen und von innen beleuchtet werden. In neuerer Zeit hat man bei weitem zweckmässiger an beide Seiten der oben beschriebenen Stationstafeln in der Mitte grosse Hängelaternen mittelst angeschraubter eiserner Arme angebracht, wodurch nicht nur die Namentafeln vollkommen beleuchtet, sondern auch noch die Beleuchtung des Perrons wesentlich unterstützt wird.

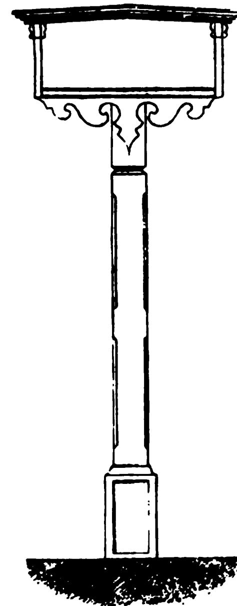
Die Fig. 29 veranschaulicht die Stationsnamentafeln der kleineren Stationen und Halteplätze der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn, wie sie in ähnlicher Weise

Fig. 28.



= 1/50.

Fig. 29.



auch auf den älteren Strecken der Badischen Staatsbahn, Taunusbahn etc. üblich sind, und wo dieselben an jedem Ende des Bahnhofes, an der Seite des Stationsgebäudes ebenfalls rechtwinkelig zur Bahnachse und auf beiden Seiten den Namen der Station tragend aufgestellt sind.

Auf den neueren Linien der königl. Sächsischen Staatsbahnen werden die hölzernen, hübsch profilirten Stationstafeln von einer schraubenförmig gewundenen, schmiedeisernen Stange getragen, welche unten in einen als Sockel bearbeiteten Quader von 600mm Länge und 500mm auf 500mm Breite eingelassen und eingegossen ist.

An Stelle der Stationstafeln hat die Köln-Mindener Bahn die an jedem Ende der Bahnhöfe befindlichen Weichenwärterhütten auf beiden Seiten mit einem auf dem Mauerwerk gestrichenen weissen Schild versehen, und hierauf in grosser schwarzer Schrift den Namen der Station setzen lassen, so dass diese Inschriften sehr leicht von dem vorbeifahrenden Zuge aus zu erkennen sind.

Die in Fig. 28 dargestellten Stationsnamentafeln der Hannoverschen Staatsbahn kosten mit Aufstellen und Anstrich 60—66 Mk. und die Stations-Transparent-Namen-

tafeln incl. Pfahl, Milchglas, Lampen, Anstrich und Setzen 72 Mk., während eine eiserne Stationsnamentafel der Zittau-Grossschönauer Staatszweigbahn (wobei die Säule aus einem Gitterständer von zwei Winkeleisen mit Blechverkreuzung besteht und an die zweiseitig beschriebene $1^m,0$ breite, 430^{mm} hohe Blechtafel angenietet ist) incl. Fundamentquader, Aufstellen und Lackiren nur 21,50 Mk. kostet. Der Preis für die neueren Stationstafeln der königl. Sächsischen Staatsbahnen mit gewundenem Eisenständer und Sockelquader ist sammt Aufstellen etc. 42 Mk.

e. Meilensteine, Stationssteine. Auf allen Eisenbahnen werden einzelne Meilen oder Kilometer und deren Unterabtheilungen durch besondere Abtheilungszeichen, die auf den einzelnen Bahnen sehr verschieden sind, bezeichnet, wobei jedoch allgemein als Hauptbedingung gilt, dass dieselben vom Zuge aus sehr deutlich erkenntlich sein müssen. Als weiteren Grundsatz hat man dabei fast allgemein angenommen, dass man die Nummerirung am Ausgangspunkt der Bahnlinie beginnt und den Punkt in der Mitte des Hauptgebäudes annimmt. Diese Abtheilungszeichen selbst werden gewöhnlich an der Kante der Bahnkrone abwechselnd an der rechten und linken Seite aufgestellt, so dass auf der einen Seite die Steine mit geraden, auf der anderen Seite die mit ungeraden Nummern von dem Zug ab zu lesen sind.

Auf der Hannoverschen Staatsbahn sind die Steine, welche die ganzen Meilen bezeichnen, in der in Fig. 30 dargestellten Form in grauem Sandstein ausgeführt und die Meilenzahl mit grossen römischen Metall-Ziffern kenntlich gemacht, sowie die Steine parallel zur Bahnachse an der Kante der Bahnkrone aufgestellt, während ein $^1/_{100}$ Meilenstein, Fig. 32, die Bezeichnung in arabischen Ziffern an 2 Seiten enthält und in diagonaler Richtung zur Bahnachse aufgestellt ist, so dass die Nummer vom Zuge aus in einiger Entfernung seitlich schon erkennbar wird, und beim Passiren nochmals revidirt werden kann.

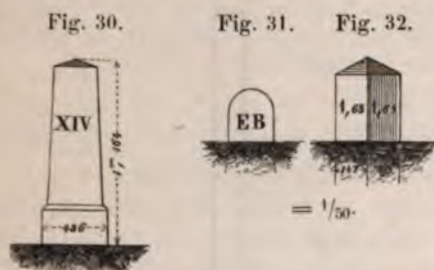


Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.
$= ^1/_{50}$.

(Zur Bezeichnung des bei Acquisition des Bahnterrains von der Eisenbahn-Verwaltung mit übernommenen und in deren Eigenthum verbleibenden kleineren Parcellen bedient man sich der in Fig. 31 dargestellten und mit den Buchstaben E. B. bezeichneten Grenzsteine, statt deren werden häufig nur gewöhnliche, etwas regelmässigere unbehauene Steine die oberhalb mit Kalkfarbe angestrichen werden, verwendet.)

Nachstehende Fig. 33 stellt die Meilensteine und $^1/_2$ Meilensteine der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn dar. Die Dicke dieser Steine kommt ihrer Breite gleich. Die Fig. 34 sind Stationsnummernsteine ($= ^1/_{100}$ Meilen): die obere Fläche dieser Steine ist pultartig gegen die Bahnachse abgeschrägt und die Nummer auf dieser schiefen Fläche angebracht, um sie bei der geringen Höhe der Steine demjenigen, der die Bahn begeht oder befährt, sichtbar zu machen.

Aehnlich sind die Meilensteine der Leipzig-Dresdener Bahn eingerichtet (Fig. 35), während die Kilometersteine der Taunusbahn (Fig. 36) im Horizontalschnitt ein gleichschenkliges Dreieck bilden, die Kilometernummern sind an den beiden Seiten des mit dem einen Scheitel der Bahn zugekehrten Steines eingehauen und zwar immer die beiden nächstfolgenden Nummern, so dass man die Nummern von dem Zuge aus sehr gut lesen, und zu gleicher Zeit erkennen kann, nach welcher Richtung hin gezählt wird.

Die in Fig. 37 dargestellten Kilometerpfähle auf der Bahn nach Rennes (Linie ...hen Westbahn) bestehen aus gusseisernen eingegrabenen Säulen mit

Nummernplatten am Kopf; dieselben endigen am Fusse in drei Lappen, welche ein nach unten zugespitztes Holzstück von 1m,20 Länge umfassen.

Der Kopf dieser Pfähle ist mit zwei gusseisernen zusammengegossenen verticalen Platten ausgestattet, welche in einem Winkel von 45° zu einander stehen und deren Scheitel der Bahn zugekehrt ist. Diese Platten haben 0m,30 Länge auf 0m,25 Höhe und ihre obere Kante steht 1m,56 vom Boden ab; dieselben tragen im Relief eine Zahl, welche in Kilometern die Entfernung des Pfahls bis zu dem Ende der Bahn, gegen das die Platte zugekehrt ist, bezeichnet. Die Ziffern sind weiss gemalt, der Grund der Platte ist hellblau und die Säule schwarz angestrichen.

Fig. 33.



Fig. 34.



Fig. 37.



= 1/50.

Fig. 35.

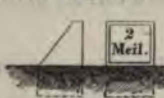


Fig. 36.



Die Platte wiegt 10 Kilogramm, die Säule 70 Kilogramm und der ganze zusammengesetzte Pfahl kommt auf 30 Frcs. = 24 Mk. Hierzu kommt noch der Preis des hölzernen Pflocks, welcher ca. 6 Frcs. = 4,80 Mk. beträgt, und die Kosten des Setzens.

Man hat auch an einigen Stellen Versuche gemacht, die Platten aus emaillirtem Blech herzustellen; aber man ist davon wieder abgekommen, weil man befürchtete, die Emaille möchte Risse erhalten.

Auf den französischen Bahnen bringt man gewöhnlich zwischen den Kilometerpfosten noch Hectometerpfosten an, die im Allgemeinen nur für die Zwecke der Bahnunterhaltung dienen, und einfach aus einem nummerirten Holztäfelchen bestehen, das auf einen kleinen Pflock genagelt ist.

Bei der französischen Nordbahn hat man indess in der Nähe von Abzweigungen der Bahnlinie auf beiden Seiten des Ausweichegleises Hectometerpfosten errichtet, welche mit sehr deutlichen Nummern und zur Erleichterung des Ablesens mit sehr verschiedenen Farben versehen sind. Diese Pfosten haben dieselbe Höhe wie die Kilometerpfosten; die mit den Nummern versehenen Tafeln haben die in Fig. 38 dargestellte Form, sind aus Gusseisen oder Blech hergestellt und stehen ungefähr 2m,50 über dem Boden.[30])

Fig. 38.



= 1/50.

[30]) Vergl. Goschler, Traité prat. de l'entretien etc. des chemins de fer. T. II, p. 237 und 238.

Die in Fig. 30 dargestellten $^1/_1$ Meilensteine der Hannoverschen Staatsbahn, 1,^{m}164 hoch, 436^{mm}□ an der Basis stark, kosten incl. Anstrich, Transport und Aufstellung mit Untermauerung pro Stück 27 Mk.

Die in Fig. 32 dargestellten $^1/_{100}$ Meilensteine incl. Transport, Aufstellen und Anstrich pro Stück 1,25 Mk.

Die in Fig. 31 dargestellten Grenzsteine pro Stück 60 bis 80 Pfennige.

§ 29. Einfriedigungen der Bahnlinie. — Im Allgemeinen werden auf den deutschen und ebenso auf den belgischen und schweizerischen Bahnen Einzäunungen der Bahnlinie nur an besonders exponirten Stellen ausgeführt, wo solche zur Sicherung des Betriebes und Verhütung von Unfällen unbedingt nothwendig sind, wie z. B. da, wo die Bahn an bevölkerten Orten vorbeiführt, bei sehr frequenten Niveauübergängen, bei anstossenden Weideplätzen, an den Strecken, wo Chausseen mit der Bahn parallel laufen etc. Da, wo die Bahnlinie durch freie Felder, Wälder und sterile Strecken hinzieht, genügen zur Abgrenzung gewöhnlich ein parallel zur Bahn ausgehobener Graben und ein an der Grenze des Bahnterrains aufgeworfener kleiner Damm.

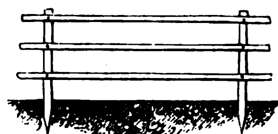
Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben in dieser Beziehung unter § 43 vor:

Einfriedigungen müssen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbewachung nicht ausreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der Bahn abzuhalten.

Zwischen der Eisenbahn und den Wegen, welche unmittelbar neben derselben in gleicher Ebene oder höher liegen, sind Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Seitenaufwurf sind als solche anzusehen.

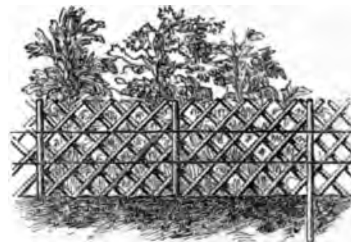
In Frankreich und England ist dagegen sämmtlichen Bahnen eine vollständige Einzäunung an beiden Seiten und auf die ganze Ausdehnung der Linie vorgeschrieben, doch werden diese Einfriedigungen oft sehr unvollkommen ausgeführt.

Fig. 39.



= $^1/_{100}$.

Fig. 40.



Die beste und auf die Dauer wohlfeilste Einfriedigung der Bahn ist eine lebendige Hecke von Weissdorn, Hainbuchen oder anderen Holzarten, welche in dem jedesmaligen Boden am besten fortkommen, in etwa 1^m,15 bis 1^m,45 Höhe. Zum Schutze derselben, bis sie herangewachsen ist, wird in der Regel ein gewöhnliches Schluchterwerk von 80 bis 100^{mm} starken, 2^m,30 von einander entfernt stehenden Pfählen, an welche drei horizontale Latten genagelt werden (Fig. 39), oder wo Stangen billig zu haben sind, ein aus kreuzweis verbundenen Stangen hergestellter Netz- oder Heckenzaun (Fig. 40) hergestellt.

Letzterer besteht aus Spaltlatten oder Stangen von 70^{mm} Stärke, von denen alle 1^m,3 einer aufgestellt wird. Dazwischen wird ein Gitterwerk von 20 bis 30^{mm} starken Buchen-, Birken- oder besser Kiefernstöcken eingeflochten und zweimal auf je $^1/_3$ der Höhe mit 3^{mm} starkem Eisendraht abgesteift und mit Bindedraht an diesen

befestigt. Alsdann werden dieselben mit Weissdorn, Schwarzdorn, Hagedorn oder Akaziensteckling bepflanzt und diese Pflanzung so lange in Pflege erhalten, bis sie $1^{m},0$ hoch ist und des Gitterzaunes nicht mehr bedarf, wozu in der Regel 4 bis 5 Jahre erforderlich sind.[31]

Wo die Einfriedigungen nicht an den Böschungen oder in den Gräben angelegt werden können, muss man bei der Feststellung des zur Bahnanlage erforderlichen Terrains auf die Erwerbung des Terrains zum Heckenrechte von $0^{m},50$ bis $0^{m},75$ Bedacht nehmen. Die Hecken werden gewöhnlich $0^{m},50$ von der Grenze des benachbarten Grundeigenthümers gepflanzt; man giebt denselben eine Höhe von $1^{m},25$ bis $1^{m},50$ und eine Dicke von $0^{m},40$ bis $0^{m},50$. Diese Dimensionen richten sich ganz nach der Oertlichkeit; an den Stellen, wo es die Trockenhaltung der Bahn wünschenswerth macht und der Wind freien Zutritt haben muss, wird man die schwächeren Dimensionen wählen.

Fig. 41.

1:50

= 1/50.

Um die Hecken auf den bestimmten Dimensionen zu erhalten und dichter zu machen, müssen sie zur Winterszeit — aber nie wenn sie im Wachsthum begriffen sind — mit einer sichelförmigen Haue (Heckenputzer) und einer grossen mit zwei Handgriffen versehenen Scheere (Heckenscheere) regelmässig beschnitten werden (Fig. 41).

Nach Plessner[31] sind zu 4 laufenden Metern Heckenzaun und Schutzhecken erforderlich:

a. 3 Pfähle von 70^{mm} Stärke und $1^{m},8$ Höhe und $5 \cdot 2 \cdot 6$ = 60 laufd. Meter Stöcke. Dieses Material ist zu beschaffen für	2 Mk.	50 Pf.
b. 6,8 lauf. Meter starken Draht zur Absteifung à lauf. Meter 9 Pf.	— -	61 -
c. 15 lauf. Meter Bindedraht à 2,4 Pf.	— -	36 -
d. Ein Feld solcher Heckenzäune von 4^{m} Länge wird in der Regel incl. Zurichten und Aufstellen der Pfähle hergestellt zu	1 -	20 -
e. 27 Stück Hagedorn- oder Weissdornstecklinge anzuliefern, zu pflanzen und einige Jahre zu unterhalten	1 -	— -
Summa per 4^{m} .	5 Mk.	67 Pf.

also per lauf. Meter Heckenzaun 1,42 Mk.

In Thüringen und Westphalen hat man häufig den an der Bahn wohnenden Grundbesitzern das Aufstellen dieser Zäune selbst überlassen und zahlt dafür oft nur 1 Mk. bis 1,10 Mk.; an der Rheinischen Bahn hat die Anlage per lauf. Meter 1 Mk. gekostet.[32]

---

[31] F. Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 3. Aufl. Berlin 1874, p. 149.

[32] Auf der Badischen Staatsbahn geschah die Einfriedigung auf folgende Weise:

Zu beiden Seiten der Durchschnittslinien der Bahnböschungen und des anstossenden natürlichen Geländes wurde noch ein Geländestreifen von $0^{m},3$ Breite erworben, damit die Hecke nach den Bestimmungen des Landrechtes etwas entfernt von dem angrenzenden Eigenthum gehalten und die Grenzlinie einigermaassen ausgeglichen werden konnte. In der Richtung dieser Grenzlinie wurde nun eine lebendige Hecke angepflanzt mit vorläufiger Einzäunung von Pfählen und Latten (Schluchterwerk), bis die Hecke angewachsen war. Zur Bildung dieser Hecken wurden anfangs Maulbeerpflanzen gewählt, welche jedoch nirgends recht gedeihen wollten; man hat daher später der Bodenart entsprechende und in der Localität einheimische Pflanzen, als Goldweide, Hartriegel etc. genommen, die nun dort, wo einige Pflege stattfindet, eine schöne dichte Hecke bilden, welche auf $1^{m},2$ Höhe und $0^{m},3$ Breite in der Scheere gehalten wird.

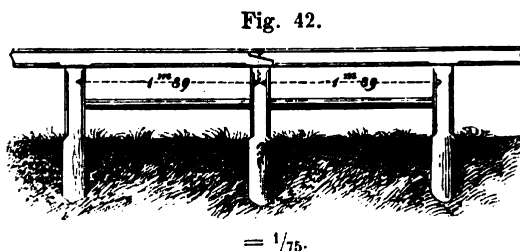
(Nachweisung über den Eisenbahnbau im Grossherzogthum Baden, p. 39.)

In neuerer Zeit werden an die Stelle der trockenen Einzäunungen (Schluchterwerk oder Netzzäune) häufig Drahtzäune verwendet, welche bedeutend billiger kommen und sich auch zur Einfriedigung der Bahnlinien an Hut- und Weideplätzen ohne lebende Hecke sehr gut eignen. Zu dem Ende werden Pfähle 120^{mm} stark oder alte eichene Bahnschwellen gespalten, zu Pfosten von 100—130^{mm} Dicke zugerichtet und in Entfernungen von 4—5 Meter so eingegraben, dass sie 1^{m},2 bis 1^{m},5 über dem Boden vorstehen und alsdann zwei oder drei horizontale Reihen 4^{mm} starken Eisendrahts mittelst eiserner Krampen an diese Pfosten befestigt, wobei die Drähte mittelst Hebel, die auf angeschraubte Zwingen wirken, fest angespannt werden.

Das Gewicht von 100 Meter 4^{mm} dickem Eisendraht beträgt ca. 10 Kilogr. und kommt der laufd. Meter solcher Drahtzäune nur 40 bis 50 Pfennige.

Bei Niveauüberführungen der Chausseen und grossen Communalstrassen, desgleichen wo letztere in dichter Nähe mit der Bahn parallel dieser selbst geführt werden, sind hölzerne Schutzgeländer erforderlich, die gewöhnlich in der in Fig. 42 dargestellten Weise aus 1^{m},8 langen 200 × 200^{mm} starken eichenen Stielen, überblatteten kiefernen Holmen von 100 × 120^{mm} Stärke und kiefernem Riegel von 80^{mm} Stärke ausgeführt werden.

Fig. 42.



= 1/75.

4 laufd. Meter solcher Bewehrungen erfordern (nach Plessner[33])

an Material	8,30 Mark
und kosten an Arbeitslohn incl. Oelfarbenanstrich und Eisenbeschläge	11,60 -
Summe per 4 laufende Meter . .	19,90 Mark

oder per laufd. Meter rund 5 Mark.

Wo spaltbare oder säulenförmige Steine zu haben sind, macht man jetzt diese Bewehrungen viel einfacher so, dass man von 5 zu 5 Meter einen 1^{m},6 hohen Stein

Fig. 43.

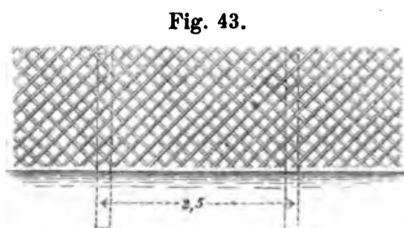
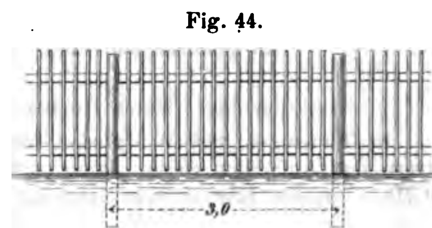


Fig. 44.



0^{m},50 tief eingräbt und diese Steine durch verbolzte 100 bis 130^{mm} starke glatte Spaltlatten in 1^{m},0 Höhe über Terrain verbindet; die Steine müssen zuweilen etwas angepflastert werden. Derartige Einfriedigungen sind ganz gut (namentlich wenn die Steine noch weiss angekalkt und die Spaltlatten schwarz getheert werden) und kosten im Mittel per laufenden Meter 2 Mark.[33])

Zu Einfriedigungen von Bahnhöfen oder Gärten werden oft die in Fig. 43 und 44 ersichtlichen Anordnungen getroffen. Die Einfriedigung Fig. 43 besteht aus

[33]) Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 3. Aufl. p. 148.

$2^m,3$ hohen Pfählen, wovon $1^m,5$ aus der Erde ragen und welche 120^{mm} stark sind. Zwischen diesen Pfählen, welche $2^m,5$ weit von einander entfernt stehen, sind kreuzweis, mit 100^{mm} Zwischenraum, dünne Stangen von $2^m,1$ Länge und 45^{mm} Stärke aneinander genagelt. Die Kosten belaufen sich sammt Setzen auf 2,10 Mark per laufd. Meter Einfriedigung.

Die Pfähle der Einfriedigung Fig. 44 stehen $3^m,0$ weit und sind $2^m,3$ lang und 120^{mm} stark. An dieselben werden 2 horizontale Riegel von 80^{mm} Stärke angenagelt, welche zur Befestigung der $1^m,8$ hohen vertikalen Stangen von 45^{mm} Stärke, die 100^{mm} von einander entfernt sind, dienen. Diese Einfriedigung kostet per laufd. Meter 1,75 Mark.

Literatur.

a. Ueber Niveauübergänge und Rampencanäle.

*Buresch, Construction der Wegeüberführungen, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1865, p 150.

Carpenter's Sicherheitsschiene für Eisenbahnen. Mining Journ. 1852, p. 189. Polyt. Centralbl. 1853, p. 733.

De Gallois, Verbesserung in der Construction der Vorrichtungen zum Aufsteigen an Wegen. Brev. d'invent. T. 58, p. 377.

Haas, gusseisernes Pflaster für Strassen- und Eisenbahn-Uebergänge. Organ für Eisenb.-W. 1876, p. 245.

Hughes, Wasserabzugsröhren beim Bahnbau. Mechan. Magaz. V. 43, p. 396.

Niveauübergänge, Ueberwachung derselben in England. Organ für Eisenb.-W. 1864, p. 272. (The Artizan., Jan. 1864.)

Schienenstühle für Wegübergänge der Frankfurt-Hanauer Eisenbahn. Heusinger von Waldegg. Organ 1852, p. 18. 19. Polyt. Centralbl. 1854, p. 647. 648.

Ueber die Entbehrlichkeit der Schutzschienen bei den voies forées. Nouv. Annales de la constr. 1856, Octbr.

Senftleben, Anfertigung und Verwendung von Portland-Cementröhren zu Chausseedurchlässen. Erbkam's Zeitschrift für Bauw. 1859.

Siehr, Cementdurchlässe unter Eisenbahn-Niveau-Uebergängen. Deutsche Bauzeitung 1871, p. 284 und Organ 1872, p. 31.

Struve, Verbesserungen an Eisenbahnübergängen und in der Bewegung und Hebung von Lasten. Repert. of pat. inv. E. T. V. 9, p. 277.

Watson, eiserne Trockenröhren für Eisenbahnen. Dingler's polyt. Journ. 92. Bd., p. 328.

Wegeübergänge auf der Paris-St. Germain-Bahn. Förster's Bauzeit. 1840, p. 300.

Wegübergänge im Niveau der Bahn und Einfriedigungen der Venlo-Hamburger Bahn. Organ für Eisenb.-W. 1874, p. 77.

Ueber Wegübergänge im Niveau der Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ 1864, p. 6—8.

Wollheim, über Wegekreuzungen. Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 200.

b. Ueber Barrièren von Niveauübergängen.

*Alisch, Beschreibung einer Barrièrevorrichtung, welche aus der Ferne geschlossen und geöffnet werden kann. Eisenbahnzeitung 1851, p. 150. Polyt. Centralbl. 1852, p. 548. 549.

Bargum, Zugschranken mit Vorrichtung zum Oeffnen ohne Hülfe des Wächters. Mit Abbild. Zeitschr. des österr. Ingen.- u. Archit.-Ver. 1870, p. 164.

Barrièren und Abtheilungszeichen der Bülach-Regensberger Bahn. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 168.

Barrièren und Wegübergänge im Niveau, Construction derselben auf der Badischen Staatsbahn, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1865, p. 12.

Bartel's Zuschlagbarrière der Altona-Kieler Bahn. Organ für Eisenb.-W. 1866, p. 110. Mit Abbd.

Basler's, C., Kettenthor-Barrière, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 147.

Die Drahtzug-Barrièren der Braunschweigischen Bahn. Organ für Eisenb.-W. 1875, p. 28.

Die Zug-Barrièren der Oesterreichischen Nordwestbahn. Organ für Eisenb.-W. 1875. p. 220.

Drouwen, Construction einer neuen Drahtziehbarrière. Organ 1873, p. 175.

Eichhorn's Drahtzugbarrière. Organ für Eisenb.-W. 1874, p. 124.

Fusshöller's Drahtzugbarrière der Emscherthalbahn. Mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1873, p. 26.

*Glockensignale für Zugbarrièren. Bericht der Köln-Mindener Eisenbahn pro 1853. Organ für d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 149. Eisenbahnzeitung 1854, p. 117.

Grilleau, L., Barrières de passages à niveau en fer du chemin d'Orleans. Oppermann, Nouvelles Annales de la constr. 1870.

Guillot, Rollbarrièren für Eisenbahnübergänge. Nouv. Annales de la constr. 1857, April.

Helner, G., Vorrichtung zum Oeffnen und Feststellen der Drahtzugbarrièren am Uebergange. Mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1871, p. 184.

Kirchweger's Zugbarrière mit beweglichem Gegengewicht, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1865, p. 11.

*Klopfer, Zugbarrièren für die Bahnen der Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft. Organ für Eisenb.-W. 1869, p. 203. Mit Abbd.

Kreuzinger, Construction einer neuen, horizontal beweglichen, selbstschliessenden Wegschranke für Rampen-Absperrungen. Organ für Eisenb.-W. 1876, p. 45.

Lanz, Verbesserte Drahtzugbarrière (System Kirchweger mit verschiedenen Vorrichtungen zum Oeffnen und Feststellen ohne Hülfe des Wärters). Mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1871, p. 64.

v. Minkwitz, Beschreibung der am Bahnhofe der Köln-Mindener Eisenbahn zu Dortmund getroffenen Einrichtungen zur Ueberwachung des Chausseeüberganges und zur Controle der Schliessung der dortigen Barrière. Organ für Eisenb.-W. 1869, p. 9. Mit Abbd.

Neue Thor-Barrière (System Libette) für Niveau-Uebergänge. Organ für Eisenb.-W. 1873, p. 188.

*Oberbeck, balancirte Drahtzugbarrière, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1866, p. 4.

Pförtchen für Fussgänger bei Barrièren auf französischen und englischen Bahnen, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1866, p. 28. (Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. T. I, p. 222.)

Reder, neue Schlagbarrièren-Construction. Zeitschr. des Hannov. Ingen.-Ver. 3. Bd., p. 367—370.

Reder, über Zugbarrièren und neue Kettenzugbarrièren, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1867, p. 17 und 45.

Saller, eiserne Zugschranken. Organ für Eisenb.-W. 1869, p. 38. Mit Abbd.

Die Schiebe- und Zugbarrièren auf der Württemberg-Badischen Verbindungsbahn. Organ für d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 202.

Schmitt, Ed., der Erdkunstbau auf Strassen und Eisenbahnen. 2. Theil. Bohlwände und Verschlussvorrichtungen der Planieübergänge. Leipzig 1871.

*Stambke, eiserne Schiebebarrière auf der Ruhr-Siegbahn, mit Abbd. Organ für Eisenbahn-W. 1866, p. 219.

Strothmann's Läutewerk auf der Berlin-Hamburger Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. für Bauw. 1859.

Telegraphische Vorrichtung für die Sicherheit der Ueberfahrten. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 88. (Oppermann's nouvelles annales de la construction 1863, p. 22.)

*v. Weber, M. M., Absperrvorrichtungen an den Niveaukreuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen. Organ für Eisenbahn-W. 1868, p. 133. Mit Abbd.

c. Ueber Abtheilungszeichen.

Abtheilungspfähle, eiserne, auf der Französischen Westbahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 231. (Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. T. II, p. 237.)

Abtheilungszeichen und Barrièren der Sächsisch-Böhmischen Staatseisenbahn. Eisenbahnzeitung 1849, p. 236—238.

Ersatz der Distanzpfähle. Organ für Eisenb.-W. 1876, p. 63.

Neigungszeiger, Construction derselben auf den Schwedischen Bahnen. Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 26. (Erbkam's Zeitschr. für Bauw. 1860, p. 471.)

Die Neigungszeiger auf den k. Bayerischen Bahnen. Organ für den Fortschr. des Eisenb.-W. 1854, p. 206.

Neumann, Ludw., eiserne Streckenausrüstungsgegenstände der Königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau. Organ für Eisenbahn-W. 1868, p. 231. Mit Abbd.

Seitz, F., die eisernen Streckenausrüstungsgegenstände der Schweizerischen Nordostbahn. Organ für Eisenbahn-W. 1869, p. 59.

With, Emil, Preise von Signalapparaten und Abtheilungszeichen auf französischen Bahnen. Organ für Eisenbahn-W. 1864, p. 271. (Oppermann, portefeuille économique 1864, p. 49.)

Wollheim, eiserne Gradientenzeiger an der Ost-Holsteinischen Bahn, mit Abbd. Organ für Eisenb.-W. 1867, p. 108.

d. Ueber Einfriedigungen der Bahnlinie.

Croizette Desmoyers, einfaches Eisengitter für Befriedigungen. Nouv. Annales de la construct. 1857, Mai.

Goschler, Chr., Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Tome I, p. 186—207.

Grüder, ausgeführte Eiseneinfriedigungen. Haarmann's Zeitschrift 1862, p. 18—20.

Heckenanlage längs der Schienenwege. Zeitung des deutschen Eisenbahn-Vereins 1861, p. 252.

Hoffmann's, Chr., neue Construction von Einfriedigungsplanken. Illustr. Gewerbezeit. 1862 und Haarmann's Zeitschrift 1862, p. 102.

Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 3. Aufl. 1874, p. 148.

Reder, Notiz über Gitterthorwege. Notizbl. des Hannov. Archit.-Ver. III. Bd. p. 315. Organ für d. Fortschr. des Eisenbahn-W. 1854, p. 184.

Wegübergänge im Niveau der Bahn und Einfriedigungen der Venlo-Hamburger Bahn. Organ für Eisenb.-W. 1874, p. 77.

Ueber Zäune aus Draht. Civ. Eng. a Arch. Journ. III. Vol. p. 48. 49.

XI. Capitel.

Construction von Wegbrücken über der Bahn, und Brückthoren unter der Bahn.

Bearbeitet von

v. Kaven,

Geh. Regierungs-Rath, Director der polytechnischen Schule in Aachen.

In 4. Auflage bearbeitet von

Georg Osthoff,

Civilingenieur und Assistent der Ingenieur-Wissenschaften an der Polytechnischen Schule zu Hannover.

(Hierzu Tafel XXIX und XXX.)

---

§ 1. Allgemeines. — Wege, welche eine Eisenbahn kreuzen, können dieselbe entweder in einer Ebene schneiden und heissen dann Niveauübergänge, oder mittelst Bauwerken über oder unter dieselbe weggeführt werden. Die Niveauübergänge sind im X. Capitel beschrieben, während im vorliegenden diejenigen Bauwerke eine eingehende Erörterung finden werden, welche die Möglichkeit schaffen, unter Beibehaltung des erforderlichen freien Profils zum Durchfahren der Züge auf der Bahn, die Wege sowohl über die Bahn, als auch unter dieselbe wegzuführen.

Diese Bauwerke zerfallen demnach in

1) Wegüberführungen oder Wegbrücken, und
2) Wegunterführungen oder Brückthore,

und können aus Holz, Eisen oder Stein (massiv) hergestellt werden.

Hat der Weg eine Höhe über oder eine Tiefe unter der Bahn, welche gerade zu einer Ueberführung oder Unterführung derselben bei Anlage von gewölbten Brücken oder von Brücken mit eisernem Ueberbau (welch letzterer die geringste Höhe erfordert) ausreicht, so kann die Anlage der Bauwerke ohne Weiteres geschehen und es kommt dabei höchstens noch in Frage, ob man massive oder eiserne Constructionen wählen will. Wenn jedoch bei einer Wegüberführung nur Höhe für Eisenconstruction vorhanden ist, so handelt es sich, falls man trotzdem zur Erbauung einer massiven Brücke geneigt ist, um die Möglichkeit und die Kosten dasjenige Plus an Höhe zwischen Oberkante — Weg und Schiene zu gewinnen, welches massive Constructionen gegen solche mit eisernem Ueberbau erfordern. Bei einem Wege, auf welchem die zulässig erachtete Maximalsteigung auf grosser Länge zu beiden Seiten der Bahn schon vorhanden ist, kann man die erforderliche Erhöhung desselben nur dadurch erreichen, dass man seine Richtung auf gewisse Länge an der

Seite des Gefälles verändert, indem man Krümmungen oder auch Serpentinen einlegt, welche eine Verlängerung desselben bewirken, die gleich dem erforderlichen Plus an Höhe, multiplicirt mit dem Nenner des Bruches, welcher die herzustellende Steigung ausdrückt, ist.

Ist die im Wege vorhandene Steigung schwächer als die zulässige, so wird man in der Richtung des Weges Rampen anschütten können oder letztere im Verein mit dem eben angegebenen Verfahren anwenden.

Schliesslich ist noch eine Möglichkeit, die Entfernung zwischen Weg und Schienen zu vergrössern, dadurch gegeben, dass man die Gradiente der Bahn verändert, also tiefer legt.

Erreicht man so in beiden Fällen die Möglichkeit, massive Bauwerke oder solche mit eisernem Ueberbau herzustellen, so wird eine Vergleichung der Kosten für Herstellung, Reparatur und Erneuerung mit Berücksichtigung der für jeden der beiden Fälle erforderlichen Erdarbeiten, die am meisten ökonomische Wahl herausstellen müssen.

Bei etwaiger Veränderung der Höhenlage der Bahn, also z. B. Tieferlegung derselben bei Wegüberführungen, um die erforderliche lichte Höhe zu erreichen, wird man genau genommen noch zu untersuchen haben, ob durch Veränderung der Gradiente nicht eine Verschlechterung des Profils entsteht und der Betrieb erschwert wird, welchen in jährlichen Kosten zu veranschlagenden Nachtheil man capitalisiren und bei der Vergleichung berücksichtigen muss. Dass man endlich beide Mittel, Höherlegen des Weges und Tieferlegen der Bahn, anwenden kann, ist selbstverständlich. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Geht das Maximalgefälle des Weges nahe der Bahn in ein schwächeres über, so dass man mit der Erhöhung des Weges parallel dem vorhandenen Maximalgefälle bald in ein schwächeres Gefälle gelangt, so kann eine Veränderung der Richtung des Weges, um eine grössere Entwickelung desselben zu erlangen, meistens unterbleiben, sofern die Aufschüttung auf der Seite des Gefälles nicht eine zu grosse Länge erfordert und deshalb grössere Erdarbeiten nöthig macht.

Die vorigen Betrachtungen finden sinngemäss auch bei Anlagen von Wegunterführungen Anwendung. (Fig. 2.)

Fig. 2.



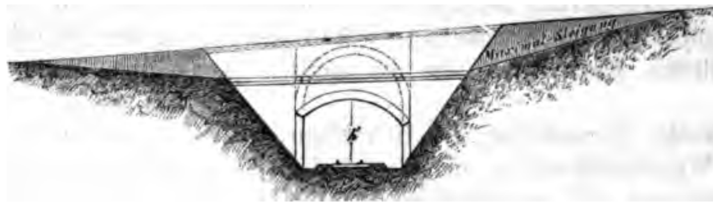
Den Winkel, welchen die Brückenconstruction mit der Bahn bildet, wird man selten über 60° wählen. Man wird dann, um schiefe Gewölbe zu vermeiden, eisernen Ueberbau vorziehen, oder die auf mehreren deutschen (z. B. Lüneburg-Lauenburg, über dem Neetze-Canal [1]) und auf der Württembergischen Donaubahn) und französischen Bahnen (z. B.

[1]) Zeitschr. des Hannov. Architect.- und Ingen.-Vereins, XI. Bd. 1865, p. 463 mit Abbd.

Orleans-Bahn) angewendeten Constructionen von massiven geraden Brücken, bei welchen ein Flügel in der Richtung des Widerlagers, der zugehörige an derselben Seite normal dagegen steht und zugleich das Haupt bildet, wählen.

Ist der Abstand zwischen Oberkante des Weges und der Schiene grösser als das erforderliche Minimalmaass (auf welches wir später zurückkommen), so kann man z. B. bei Bahneinschnitten und Wegüberführungen nach Umständen 1) den Weg senken (Fig. 3), oder 2) das Bauwerk höher machen als für das Normalprofil des lichten Raumes erforderlich ist (Fig. 3 punktirt), oder man kann 3) das Gewölbe in der niedrigeren lichten Höhe anordnen und die Stirnen bis auf die grössere Höhe des Weges hinaufführen, oder schliesslich 4) die niedrige Höhe beibehalten, dafür aber dem Bauwerke

Fig. 3.



eine solche Länge geben, dass es einen mit Böschungen versehenen Damm aufnehmen kann. Dasselbe findet sinngemäss bei Unterführungen von Wegen statt, bei welchen man das Brückthor entweder bis zur Bahnkrone in Mauerwerk aufführen oder ihm eine Höhe bis herab zu derjenigen, bei welcher noch die für den betreffenden Weg vorgeschriebene oder vereinbarte Minimalhöhe beibehalten wird, geben kann, dann aber dem Bauwerke, um eine Ueberschüttung zu ermöglichen, eine grössere Länge geben muss. Ein Senken der Bahn wird in seltenen Fällen, wenn sonst die Gradiente gut gewählt ist, vorkommen.

In diesen Fällen, wenn der Weg bei Wegbrücken nicht gesenkt, und bei Brückthoren nicht gehoben werden kann, wird es sich darum handeln, ob das höhere Bauwerk mit hochliegendem, aber schwachem Gewölbe, mit geringem oder gar keiner Dammschüttung darüber, mit hohen und starken Flügeln, und hohen, starken, aber kurzen Widerlagern, — oder das mit tief liegendem, aber starkem Gewölbe, mit hoher Dammschüttung (ohne Böschung) darüber, mit hohen und starken Stirnmauern, mit hohen und starken Flügeln, und niedrigen, schwachen und kurzen Widerlagern, — oder endlich ein niedriges Bauwerk mit tiefliegendem starken Gewölbe, mit hoher geböschter Dammschüttung darüber, mit niedrigen, schwachen Stirnmauern, mit niedrigen, schwachen Flügeln und niedrigen, schwachen aber langen Widerlagern billiger kommt.

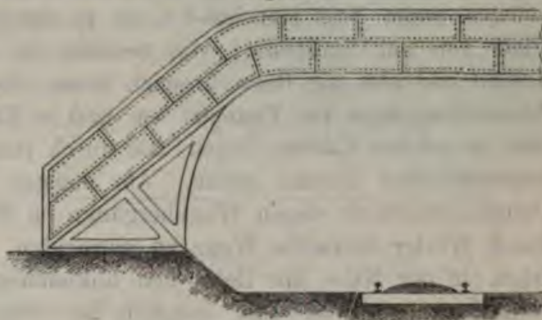
Es wird dabei eine Höhe der Brücke geben, welche ein Minimum an Material erfordert und welche man durch überschlägliche Projecte und Berechnung der Massen ermitteln kann. Der Versuch, solche allgemein durch Rechnung zu ermitteln, indem man die Dimensionen des Bauwerkes als Function der Höhe desselben und der Höhe der Ueberschüttung darstellt und das Minimum an Material ermittelt, ist von dem Ingenieur Böhm im Civil-Ingenieur, Jahrgang 1868, p. 217—239 gemacht.

In Fällen, wo die Minimalentfernung zwischen Oberkante — Schiene und Weg nicht vorhanden ist, wird man untersuchen müssen, ob durch Veränderung der Höhenlage des Weges oder auch der Bahn eine Wegbrücke, ein Brückthor oder ein Uebergang im Niveau möglich zu machen ist. Meistens wird sich in solchen Fällen die Veränderung des Weges als geringere Kosten erfordernd, und von geringeren unbe-

quemen Folgen begleitet ergeben als eine Veränderung der Bahngradiente und deshalb in den Vordergrund treten.

Bei der Vergleichung der Wegbrücken und Brückthore mit Niveauübergängen kommt bei letzteren noch in Frage, ob sie einen Wärter für die Barrière erfordern, welcher bei Ueber- oder Unterführungen des Weges wegfällt. Ist nach der Art und Lage des Weges ein solcher erforderlich, so sind die jährlichen Ausgaben für denselben zu capitalisiren, und wenn es eines Wachthauses oder einer Bude, oder eines electro-magnetischen Glockensignals an dieser Stelle bedarf, sind auch diese Kosten zu berücksichtigen. Bei Hauptbahnen wird ein Verschluss der Uebergänge im Niveau durch Barrièren immer erforderlich sein.

Fig. 4.



Principiell ist aber immer die Weg-Ueber- oder -Unterführung im Interesse der Sicherheit des Betriebes vorzuziehen, und während in England Uebergänge im Niveau Ausnahmen sind und mit bedeutenden Kosten vermieden werden, auch selbst die Fusscommunikationen der Anlagen mittelst leichter Treppen (Fig. 4) oder Brücken über die Bahn geleitet werden [2]), und in Frankreich solche für Hauptstrassen (routes impériales et départementales) nur unter Zustimmung des Ministers, und für Vicinal- und Communal-Wege des Präfecten angelegt werden dürfen [3]), vermeidet man auch jetzt in Deutschland sehr gern Uebergänge frequenter Strassen im Niveau und sucht sie durch Ueber- oder Unterführungen zu ersetzen. Kreuzungen von Hauptbahnen oder von solchen mit secundären Bahnen, wird man heutzutage wohl selten noch im Niveau anlegen, ebensowenig die Hauptgleise mehrerer Bahnen, welche in einen Bahnhof einmünden, im Niveau sich schneiden lassen. [4]) Ein interessantes Beispiel eines solchen Falles bietet die Anordnung der Gleise für die Einfahrt in den Nordbahnhof in Paris, wo zwischen dem neuen Personenbahnhof und dem Güterbahnhof zu la Chapelle 5 Bahngleise angelegt sind, von denen 4 für Personenverkehr bestimmt sind und sich gegenseitig sowohl, als auch das Hauptgleis des Güterbahnhofes mehrfach durchkreuzen. Man hat dabei Ueberführungen der Gleise durch Brücken mit grossen Kosten und unter Anwendung von Steigungen von 0,012 (1 : 83,3) und 0,057 (1 : 17,5) (welche übrigens den Neigungen auf freier Bahn entsprechen) angelegt und ein ausgebildetes Signalwesen angeordnet. [5]) In Battersea, in der Nähe von London, sind ähnliche Bauten zu gleichem Zwecke ausgeführt.

---

[2]) Die Fig. 4 zeigt eine Bahnüberbrückung für Fussgänger mittelst zweier Blechträger hergestellt, welche in einem Abstande von ca. 2 Meter von einander aufgestellt sind und an den Enden Treppenstufen unterstützen.

[3]) Palaa, Dictionnaire législatif et réglementaire des chemins de fer. Paris 1864, p. 386, woselbst die ausführlichen französischen Verordnungen, betreffend Wegübergänge und Barrièren, vergl. auch das Complément zu diesem Werke, p. 934.

[4]) Vergl. Bahn-Polizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands v. 4. Januar 1875 (Berlin, Kortkampf) § 3 letzte Alinea. »Die Kreuzung einer Bahn durch eine andere soll ausserhalb der Stationen thunlichst nicht in gleicher Ebene der Schienen, sondern durch Ueberbrückung hergestellt werden.«

[5]) Vergl. Annales du conservatoire VII. 1866. Juillet, p. 112—118. A. von Boucher mit Angabe von Principien für solche Fälle, auch ausführlich in Annal. des ponts et ch. 1867 May et Juin A. und daraus in Berliner Bauz. 1868, p. 274—278, auch Organ 1869, p. 114.

Ein interessantes Beispiel von Bahnkreuzungen, welche über eine Haltestelle geht, ist die Station zu Willesden-Junction in der London- und North-Western-Bahn.[6])

Bei Entscheidung der Frage, ob ein Niveauübergang zulässig, muss noch die Localität in Rücksicht gezogen werden, da man in der Nähe von Bahnhöfen durch denselben im Rangiren der Züge behindert und wiederum das Rangiren die Passage des Landfuhrwerkes über die Bahn oft längere Zeit absperrt. Am unbequemsten ist solches, wenn, was manchmal nicht zu vermeiden, der Güter-Schuppen und Güter-Platz von der Stadtseite, von welcher der Verkehr des betreffenden Fuhrwerkes kommt und also die Bahn kreuzen muss, abgekehrt liegen. Ferner vermeidet man Niveauübergänge vor Tunnels, vor und in Einschnitten, welche in starken Curven, oder in solchen Curven liegen, die durch Holzungen oder sonst maskirtes und nicht übersichtliches Terrain gehen. Am meisten sind in letzterem Falle der gestörten Uebersichtlichkeit wegen Wegübergänge im Niveau mit Einschnittsrampen, für nicht durch Wärter bewachte Wege zu vermeiden, weil das Fuhrwerk schon auf der Zufahrt, in der Nähe der Bahn den ankommenden Zug nicht sehen kann, was bei Auftragsrampen viel eher möglich ist. Man kann bei Einschnittsrampen diesem Uebelstande auch nicht dadurch abhelfen, dass man die Schlagbarrièren an den Anfang der Rampe rückt, weil diese Barrière in den wenigsten Fällen von dem sie von der Ferne bedienenden Wärter wird gesehen werden können.

Fig. 5.

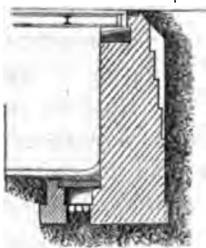
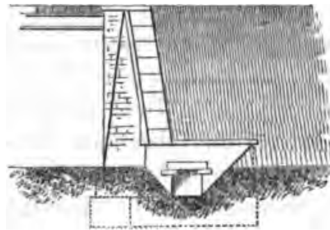


Fig. 6.



Müssen Weggräben durch eine Unterführung gezogen werden, so sucht man sie mittelst eines Canales quer durch den Weg vor der Bahn in einen Graben von entsprechend grösserem Querschnitte zu vereinigen, und führt sie dann meistens mittelst eines Plattencanales an der äusseren Flucht der gegen die Bahnachse geneigten Flügel und des Widerlagers vorbei (Fig. 5), oder hinter dem Widerlager unter dem Damme durch (Fig. 6). Ist jedoch neben dem Wege ein Bach durch die Bahn zu leiten, so erbreitert man entweder das Brückthor um die erforderliche Weite des nach der Wegseite mit Stützmauer versehenen Bachcanales, oder man führt den Bach mittelst eines gewölbten Durchlasses hinter dem Widerlager des Brückthors durch den Damm so, dass das Widerlager dieses Bauwerkes zugleich das eine Widerlager für den Durchlass bildet.

§ 2. Gegebene Dimensionen für Bauwerke zu Wegbrücken und Brückthoren. — Die Breite, in welcher Strassen über die Bahn geführt werden, ist in einigen Ländern, z. B. Frankreich, bestimmt vorgeschrieben, in anderen, wo die Strassen nicht so strenge classificirt sind, beruht sie meistens auf besonderen Vereinbarungen, welche der landespolizeilichen Genehmigung, wobei die Wegbaubehörden, resp. Interessenten concurriren, unterliegen.[7]) Dabei erleidet die Gesammtbreite des Weges meistens eine mehr oder weniger grosse Einschränkung, entweder durch

---

6) The Engineer XXIII. 1867, p. 8 und 9, mit Abbild.

7) Vergl. für Preussen: Circular-Verfügung vom 17. Mai 1871, betreffend die Instruction zur Aufstellung der Projecte und Kostenanschläge für den Bau der Kunststrassen. Tabelle mit Angaben der Strassenbreiten. Abgedruckt in der Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. XXI. 1871.

Nichtüberführung eines oder beider Fusswege (Banketts), oder durch Weglassen des Sommerweges, und zuweilen auch durch Veränderung der Steinbahnbreite.

In einer von dem ehemaligen Ingenieur en chef Nördling vorgeschriebenen Instruction für einige Zweigbahnen der Orleans-Bahn, der wir eine Anzahl der nachfolgenden Beispiele von Wegbrücken und Brückthoren und Kosten-Angaben[8]) entnommen haben, sind die in den Rubriken 2 und 3 der folgenden Tabelle enthaltenen Maasse, als in der Regel vorhanden angegeben, die übrigen Rubriken enthalten die Vorschriften der von der Regierung festgestellten Bedingnisshefte.[9]) Sind die vorhandenen Wege schmäler als die obigen Maasse, so wird die bestehende geringere Breite derselben zu Grunde gelegt, falls nicht die Regierung die grössere Breite verlangt.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Breite		Eisenbahnbrücken über Wegen (Brückthore).		Wegbrücken über der Bahn.
Bezeichnung.	zwischen den Grabenkanten. Meter.	der Steinbahn. Meter.	Lichte Weite zwischen den Widerlagern wenigstens Meter.	Höhe vom Scheitel der innern Gewölblinie bis zur Wegoberkante. Meter.	Breite zwischen den Geländern. Meter.
Routes impériales (K. Chausseen).	10,00	6,00	8,00	wenigstens 5,00 für gewölbte Brücken, bei denen mit Horizontal-Trägern von Unterkante ders. wenigstens 4,30.	8,00
R. départementales (Departementsstrassen).	8,00	5,00	7,00		7,00
Chemin de grande communication (Hauptverbindungsstrassen).	7,00	4,00	5,00		5,00
Ch. vicinal important (Wichtige Vicinalstrasse).	6,00	3,00	4,00		4,00
Ch. vicinal sans importance (Untergeordnete Vicinalstrasse).	5,00	2,00	nicht angegeben.		nicht angegeben.
Chemin rural (Landweg).	4,00	—			

Abweichungen von den Maassen in Col. 4 können auf besonderen Antrag von der Behörde gestattet werden.

Bei den Hannoverschen Bahnen wurde als Regel angenommen, dass Brückthore für Chausseen und Communikationswege auf $3^m,0$ (10 Fuss hannov.) Breite in der Mitte nicht eine geringere lichte Höhe erhielten, als $4^m,1$ (14 Fuss hannov.). Dabei wurde von Oberkante der Gewölbeabdeckung bis Unterkante Schwelle mindestens $0^m,3$ (1 Fuss hannov.) Kies verlangt.

Die Weite der Wegbrücken über der Bahn (Col. 6) zwischen den Widerlagern ist in Frankreich für zweigleisige Bahn zu wenigstens 8^m, für eingleisige Bahn zu $4^m,5$ festgestellt und dem entsprechend ist auch die lichte Weite einer Eisenbahnbrücke zwischen den Geländern für zweigleisige oder eingleisige Bahn zu 8^m, resp. $4^m,5$ vorgeschrieben.

[8]) Aus den uns vom Herrn Verfasser mitgetheilten baustatistischen Nachweisen über verschiedene dieser Bahnen, welche als noch nicht übertroffene Muster für derartige Zusammenstellungen gelten können und leider bei deutschen Bahnen, welche für Baustatistik sehr wenig thun, in dieser Uebersichtlichkeit nicht hergestellt werden.

[9]) Vergl. Palaa, Dictionnaire etc. p. 706. — Cahier des charges général annexé à la loi du 11 Juin 1859.

Der verticale lichte Abstand bei Wegbrücken über den äusseren Schienen jedes Gleises für die Bahn-Passage soll in Frankreich wenigstens 4m,80 betragen.

In Deutschland bestimmt das Normalprofil des freien lichten Raumes die Minimal-Weite der Wegbrücken zwischen den Widerlagern und die Minimal-Höhe über den Schienen. Die Weite zwischen den Widerlagern findet man danach in minimo zu $3^m,5 + 2 \,.\, 2,0 = 7^m,5$ für zweigleisige, und $4^m,0$ für eingleisige Bahn. Die lichte Höhe ist (wie in Frankreich) zu $4^m,8$ vorgeschrieben.

Der § 7 der »Technischen Vereinbarungen d. V. d. E. V. 1876, Constanz« besagt:

> **Die Doppelgleise in der freien Bahn sollen von Mitte zu Mitte nicht weniger als 3m,5 von einander entfernt sein.**
>
> **Treten zu diesen Doppelgleisen noch weitere Gleise hinzu, so ist die Entfernung von dem alten Gleise auf mindestens 4m festzusetzen.**
>
> **Bei Erbauung von neuen Bahnen wird überhaupt eine Entfernung sämmtlicher Gleise von 4m empfohlen, conform dem Normal-Profil des lichten Raumes.**

Für andere Zwischenweite von Mitte zu Mitte $= Z$ wird die lichte Weite wenigstens $Z + 2 \,.\, 2,0$ Meter betragen müssen, welches Maass man etwas grösser abrunden wird.

Auf der Brennerbahn ist den Wegbrücken überall 31 Fuss österr. $= 9^m,8$ Lichtweite, normal zur Bahnachse gemessen, gegeben (während die Kronenbreite für zweigleisige Bahn 25 Fuss $= 7^m,9$ ist), damit die Gräben mit durchgeführt werden können (Fig. 25 und 26, Tafel XXX), und dabei sind die Widerlagsmauern selbst vertical angelegt. Die Lichthöhe des Gewölbes über der Schienenoberkante im Scheitel der Intrados gemessen, ist zu wenigstens 18,5 Fuss österr. $= 5^m,85$ bei den mit $^1/_4$ der Weite zum Pfeil hergestellten Gewölben angenommen, was bei der obigen Weite einer Höhe der Oberkante-Strasse über Schienenoberkante von 22 Fuss österr. $= 6^m,95$ in der Kreuzung der Strassen- und Bahnachse entspricht. Daselbst besteht auch die Vorschrift, dass Wegbrücken mit Eisenconstruction eine Lichthöhe von mindestens 16 Fuss österr. $= 5^m,06$ über der Schienenoberkante haben sollen und dass die grösste Steigung, in welche sie gelegt werden dürfen, 5 Procent (1 : 20) betragen könne.

Die Höhe der Brüstungen oder Geländer, welche in Frankreich bei allen Eisenbahnbrücken auf Bahnen, wo Personen befördert werden, gemacht werden müssen, ist dort zu wenigstens $0^m,80$ vorgeschrieben, bei Brücken aber, welche nicht mehr als 200 Meter von einer Station entfernt sind, soll zur Verhütung von Unglücksfällen (weil an diesen Stellen Personenzüge zum Halten kommen können) die Brüstung $1^m,50$ hoch sein. [10])

Bei frequenten Wegen wird man sowohl bei Wegbrücken wie bei Brückthoren die Geländer hoch und dicht machen, um das Scheuwerden der Pferde zu vermeiden, am meisten aber wird dies bei Unter- oder Ueberführungen in Städten (wie z. B. bei der Londoner unterirdischen Bahn) geboten sein.

Als zulässige Steigungen sind in Frankreich $0^m,05$ (1 : 20) für Vicinalwege und $0^m,03$ (1 : 33,3) für R. impériales et départementales gebräuchlich, wie solche auch in gewöhnlichem Terrain in Deutschland angenommen zu werden pflegen. [11])

---

[10]) Palaa, Dictionnaire, pag. 386. Artikel Parapets.

[11]) Vergl. die citirte preussische Circular-Verfügung vom 17. Mai 1871.

Bei Strassen in gebirgigem Terrain werden sich diese Zahlen nach Umständen ändern müssen.

Bei vorkommenden Strassen-Correctionen, die, um schiefe Brücken zu vermeiden, oder um ein gegebenes Maximum der Steigung nicht zu überschreiten, nöthig sind (um durch Krümmung die Länge des Weges zu vergrössern), bei Hineinführung von Parallelwegen in andere Wege, mit denen sie gemeinschaftlich übergeführt werden, beim Zusammenbringen zweier Strassen, um sie als eine überzuführen etc., ist es nicht immer zweckmässig, möglichst grosse Krümmungsradien anzuwenden, denn das Landfuhrwerk zieht es in der That vor, ein Mal eine grössere Biegung zu machen und dann eine längere gerade Richtung zu verfolgen, als sich in vielen Krümmungen zu bewegen.

Als passende Radien werden von Nördling bezeichnet:

Für routes impériales et départementales 50 Meter und man kann zuweilen herabgehen bis auf 30 Meter.

Für chemins de grande communication genügen 15 Meter und für gewöhnliche Vicinalwege sind 10 Meter ausreichend.

Für Privatwege und Wege zu landwirthschaftlichen Zwecken kann man bei örtlichen Hindernissen selbst bis auf 6 Meter herabgehen. Bei den Hannoverschen Bahnen sind die kleinsten angewendeten Radien bei gewöhnlichen Wegen etwa 3 Ruthen = 48 Fuss[12]) = rund 14 Meter, über das Doppelte kommt, mit Ausnahme bei Chausseen, selten vor.

In Sachsen werden gewöhnlich bei Anlage neuer Wege oder Verlegung der alten folgende Vorschriften in Betreff der Curven-Radien gemacht:

Communikationswege	25 Meter
Feldwege, auf denen Langholz gefahren wird und Forstwirthschaftswege	30 Meter
Feldwege, gewöhnliche	12 Meter.

Für das gute Aussehen der Strassentrace ist es vortheilhaft, wenn die Aenderungen in den Steigungen mit den Anfängen der Curven zusammenfallen, während man sich kaum Mühe zu geben braucht, ein gut aussehendes Alignement zu erhalten, wenn darin häufige Gefällwechsel vorkommen.

Auf den altpreussischen Bahnen kommen, soviel uns bekannt, folgende Maasse häufig vor bei Wegüberführungen:

Für Feldwege	12′ =	3,77	Meter	Breite,
	12′ =	3,77	-	Höhe.
Für Dorfstrassen	13—15′ =	4,08—4,71	-	Breite,
	14′ =	4,396	-	Höhe.
Für Communalstrassen	15—18′ =	4,71—5,65	-	Breite,
	15′ =	4,71	-	Höhe.
Für Chausseen	18—24′ =	5,65—7,54	-	Breite,
	15—16′ =	4,71—5,02	-	Höhe.

---

12) 1′ hannov. = 0,29209 Meter, 1 Meter = 3,42355′ hannov.

Bei den Schweizerischen Eisenbahnen sind für Brückthore folgende Maasse vorgeschrieben: [13])

1. No.	2. Classification der Wege.	3. Breite des Weges. Meter.	4. Lichtweite der Brücke über dem Wege. Meter.	5. Lichthöhe der Brücke. Meter.	6. Bemerkungen.
1	Kantonalstrasse 1. Cl. .	9,00	7,20	5,4	Zwei schwer beladene 2spänn. Fuhrwerke können einander vorbeipassiren.
2	- 2. - .	8,10	6,30	5,4	Ein schwer beladenes und ein gewöhnl. 2spänn. Fuhrwerk.
3	- 3. - .	7,20	5,40	5,1	Zwei gewöhnliche 2spännige Fuhrwerke können sich begegnen und ausweichen.
4	Communalstrasse 1. Cl.	7,20	5,40	5,1	
5	- 2. -	6,30	4,50	4,8	Ein 2spänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
6	- 3. -	5,40	3,60	4,8	Fin einspänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
7	Feldweg 1. Classe . . .	5,40	4,50	4,8	Ein 2spänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
8	- 2. - . . .	4,50	3,60	4,2	Ein einspänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
9	- 3. - . . .	3,60	2,70	3,6	Ein einspänn. Fuhrwerk od. eine von Hand geschobene Karre.
10	Fussweg 1. Classe . . .	2,70	2,70	3,6	
11	- 2. - . . .	1,80	1,80	2,7	Für Lasttragende und Fussgänger.
12	- 3. - . . .	1,80	1,50	2,4	

Eben so weit wie die Lichtweite der Brücken sind hier auch die Oeffnungen der Barrièren bei Niveauübergängen angenommen.

Zur Construction der Brückthore dürften folgende Anhaltspunkte von Werth sein:

1) Erndtewagen sind in max. $2^m,8$ breit und $3^m,2$ hoch.
2) Die breitesten unbeladenen Wagen haben eine Breite von $1^m,7$.
3) Ein Fuhrmann, welcher neben dem Wagen hergeht, braucht $0^m,7$ Raum.
4) Ein Spaziergänger benöthigt eine Fusswegbreite von $0^m,7$.

Daraus ergiebt sich folgende Tabelle für die Brückthor-Weiten:

Erndtewagen à $2^m,8$: Ein (Met.)	Erndtewagen: Zwei (Met.)	gew. Wagen à $1^m,7$: Ein (Met.)	gew. Wagen: Zwei (Met.)	Fuhrleute à $0^m,7$: Ein (Met.)	Fuhrleute: Zwei (Met.)	Fussgänger à $0^m,7$: Ein (Met.)	Fussgänger: Zwei (Met.)	Summa (Met.)
—	—	1,7	—	0,7	—	—	—	2,4
2,8	—	—	—	0,7	—	—	—	3,5
—	—	—	3,4	—	1,4	—	—	4,8
—	—	—	3,4	—	1,4	0,7	—	5,5
—	—	—	3,4	—	1,4	—	1,4	6,2
2,8	—	1,7	—	—	1,4	—	—	5,9
2,8	—	1,7	—	—	1,4	0,7	—	6,6
2,8	—	1,7	—	—	1,4	—	1,4	7,3
—	5,6	—	—	—	1,4	—	—	7,0
—	5,6	—	—	—	1,4	0,7	—	7,7
—	5,6	—	—	—	1,4	—	1,4	8,4

[13]) Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn. Basel. Schweighauser. 1854, auch in Goschler, Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris, Baudry. 1868. Tome I, pag. 218.

Es folgt aus dem bisher Gesagten, dass es bei der Construction dieser Brücken sich darum handeln wird, eine möglichst geringe Höhe von Oberkante Fahrbahn oder Schiene bis zum Scheitel der inneren Gewölblinie oder bis Unterkante Träger zu erhalten, weil meistens die Höhe unter der Brücke beschränkt sein wird. Die geringste Höhe erfordern Eisen- und Holz-Constructionen; letztere wird man aber bei Brückthoren unter einer Hauptbahn selten anwenden (§ 37 der Constanzer technischen Vereinbarungen 1876). Bei genügender Höhe verdienen massive (gewölbte) Brücken den Vorzug.

Bei Gebirgsbahnen kommen oft sehr stark steigende Wege vor, und die Anwendung des Eisens zu Wegbrücken ist dann auf einigen Bahnen insofern beschränkt, als man eisernen Ueberbau nicht gern in Steigungen über $^1/_{20}$ (0,05) zulässt (Brenner-Bahn). Ebenso wird man in den seltensten Fällen Wasser über eiserne Brücken leiten: wenn daher ein im Gefälle zur Brücke führender Weg zugleich als Wasserabzug dient, wie es bei den Wald- und Feldwegen im Gebirge meistens der Fall ist, so muss das Wasser oberhalb der Brücke abgeleitet werden.

Die Anwendbarkeit der eisernen Brücken bei Gebirgsbahnen wird hierdurch etwas beschränkt. Die gewölbten Brücken bieten nun den Vortheil, dass sie für jede Steigung der Strassenfahrbahn angelegt werden können, und dass man das Strassenwasser über die Brücke führen kann. Selbst für die Ableitung kleinerer Bäche kann die Fahrbahn auf der Brücke gleichzeitig benutzt werden, indem sie muldenförmig angelegt und gepflastert wird (Fig. 27, Tafel XXX).

Die Brücken bestehen 1) aus den Pfeilern (Endpfeilern, Mittelpfeilern) und 2) aus den Ueberbauten oder aus den Gewölben. Die Endpfeiler der Brückthore und Wegbrücken sind wohl mit seltenen Ausnahmen aus Mauerwerk hergestellt, die Mittelpfeiler dagegen sowohl aus Holz, als auch aus Eisen oder Stein, oder aus mehreren von diesen Materialien aufgeführt. Die auf die Fahrbahn wirkenden Lasten werden entweder von den hölzernen oder eisernen Trägern der Ueberbauten oder von den Gewölben aufgenommen, welche dieselben auf die Pfeiler übertragen, deren Construction sich daher wesentlich nach den Ueberbauten und Gewölben richtet.

§ 3. Eigengewicht und mobile Last zur Berechnung der Dimensionen hölzerner und schmiedeiserner Brückenträger. — Ehe zur Construction der Träger für Brückthore und Wegbrücken geschritten werden kann, müssen die äusseren Kräfte bekannt sein, welche auf dieselben wirken, und welche eine Thätigkeit der inneren Kräfte hervorrufen.

Im Brückenbau sind es hauptsächlich zwei Kräfte, welche zur Geltung gelangen, und zwar die Kraft der Schwere und der Winddruck, von denen die erste in senkrechter Richtung nach unten wirkt, die andere in mehr oder minder horizontaler Richtung sich äussert. Beiden Kräften muss volle Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die zur Wirkung kommenden Schwerkräfte bestehen in dem Eigengewichte der Construction und in dem Gewichte der darüber bewegten Last, für welche die Construction ausschliesslich hergestellt und welche mobile oder variable Last genannt wird. Da die Tragfähigkeit und das Eigengewicht einer Construction wesentlich abhängig ist von dem Gewichte der darüber bewegten Last, diese sich aber nach der Construction der Fahrzeuge, welche für Strassen andere sind, als für Eisenbahnen, richtet, so ist Eigengewicht und mobile Last einer Eisenbahnbrücke verschieden von dem einer Strassenbrücke.

Das Eigengewicht per laufd. Meter Brücke soll mit p
die mobile Last - - - - - - m
und die Summe beider - - - - - $q = p + m$

bezeichnet werden.

a. Eigengewicht und mobile Last für Brückthore.

Die **mobile Last** bei Eisenbahnbrücken besteht aus einem Zuge hintereinander gehängter Locomotiven und Tender. Die Construction dieser Motoren und ihrer Reservoirs ist sehr verschieden und sind ihre Achsbelastungen auf solchen

Fig. 7. Laissle und Schübler.

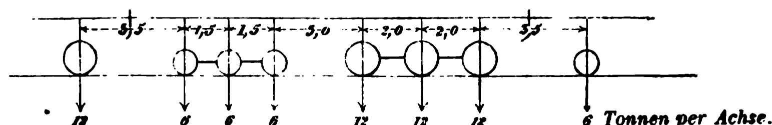


Fig. 8. Württemb. Güterzugs-Maschine.

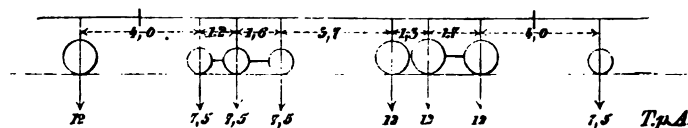


Fig. 9. Launhardt.

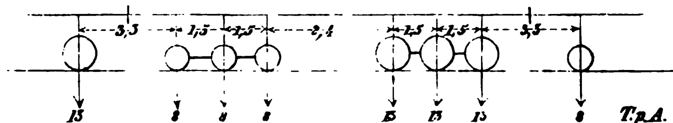


Fig. 10. Reichsbahnen Elsass-Lothringen.

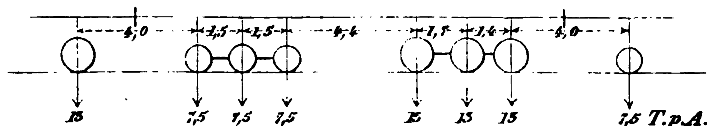


Fig. 11. Winkler.

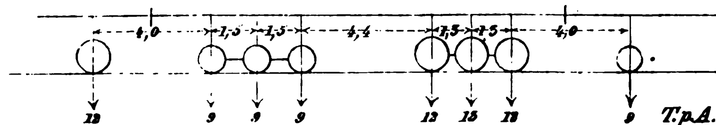


Fig. 12. Tendermasch. Engerth.

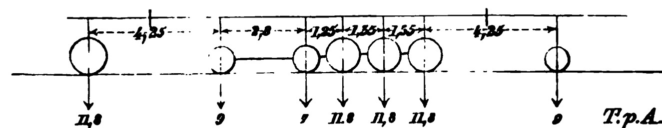
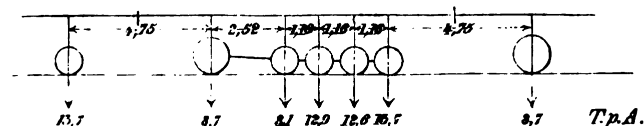


Fig. 13. Semmeringmasch. Engerth.



Bahnen am grössten, wo auf starken Steigungen erhebliche Lasten befördert werden. Jede Bahn hat daher ihre besonderen Bestimmungen für die den Brückenberechnungen zu Grunde zu legenden Achsbelastungen und Achsentfernungen. Die vorstehenden Figuren 7 bis 13 zeigen verschiedene Lastsysteme von Locomotiven und Tendern.

Nach Launhardt kann für Brücken von 10^m Stützweite und mehr die über die Brücke gleichmässig vertheilte mobile Last ausgedrückt werden durch die Formel

$$m = \frac{260 + 2l}{30 + l} \cdot 1000 \text{ in Kilogr. per laufd. Meter 1gleis. Brücke,}$$

worin l die Stützweite der Brücke in Metern bedeutet.

Die auf S. 532 u. 533 befindliche Tabelle giebt die durch die verschiedenen Lastsysteme hervorgebrachten mobilen Belastungen per laufd. Meter 1gleis. Brücke wieder.

Das **Eigengewicht** der Brücken ist abhängig von der mobilen Last und wird von Launhardt in folgende sehr zutreffende Formel gebracht:

$$p = \frac{{}^a/_\alpha + ml}{{}^1/_\alpha - l} \text{ in Kilogr. per laufend. Meter 1gleis. Brücke.}$$

a = Gewicht der Fahrbahn (Schienen, Schwellen, Bohlen), sammt Schwellenträger und Querträger = 500 bis 800^k. (Eigengewicht der Quer- und Schwellenträger = 200 bis 400^k per laufd. Met. 1gl. Brücke; Eigengewicht der Schienen, Schwellen, Bohlen und Befestigungsmittel = 300 bis 400^k per laufd. Met. 1gl. Brücke.)

α = 0,004 für Parallelträger. α ist ein Coëfficient, welcher von der Construction der Hauptträger abhängig ist. (Für parabolische Träger ist derselbe 0,0033.)

Für Parallelträger, welche hier nur betrachtet werden sollen, ist daher

$$p = \frac{125\,000 + ml}{250 - l} \text{ in Kilogr. per laufd. Met. Brücke für leichte Constructionen,}$$

$$p = \frac{200\,000 + ml}{250 - l} \text{ in Kilogr. per laufd. Met. Brücke für schwere Constructionen.}$$

Gewöhnlich wird das Eigengewicht der Brücken durch eine ursprünglich von Schwedler aufgestellte Formel gegeben:

$p = Cl + a$ in Kilogr. per laufd. Met. 1gleis. Brücke, in welcher C einen Coëfficienten bedeutet, welcher von der Construction der Brücke abhängig ist und zwischen 25 und 30 liegt und a (wie vorhin) das Gewicht der Fahrbahn bezeichnet.

$p = 25\,l + 500$ in Kilogr. per laufd. Met. 1gleis. Brücke für leichte
$p = 30\,l + 800$ - - - - - - - - - schwere

Constructionen. Es ist $C = \frac{1}{10 . \alpha}$.

Das Verhältniss $p : (m + p = q)$ und $m : q$ ist nach Launhardt ausgedrückt durch:

$${}^p/_q = 0,1 + 0,004\,l\ ;\quad {}^m/_q = 0,9 + 0,004\,l.$$

Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Gewichte für p, m und q gelten sowohl für eiserne als auch für hölzerne Brücken. Das

specifische Gewicht des Holzes ist im Mittel 0,77
- - - Schmiedeeisens - 7,7
die Beanspruchung des Holzes ist im Mittel 70^k per □^{cm}.
- - - Schmiedeisens - 700 - -

Das Holz ist demnach 10 mal so leicht als Schmiedeisen, darf aber nur mit dem 10. Theil beansprucht werden; daher ist das Eigengewicht der Holzbrücken genau genug gleich dem der schmiedeisernen Brücken zu setzen.

Tabelle für p (Eigengewicht), m (mobile Belastung

Laufende Nr.	Bezeichnung der Belastungen.	Stützwei							
		1	2	3	4	5	6	8	10
1	$p = 30l + 600$ in Kilogr.	630	660	690	720	750	780	840	900
	$m =$ nach Laissle & Schübler Fig. 7[34]	24000	12000	8000	6000	6720	6667	6000	5280
	$c = p + m$	24630	12660	8690	6720	7470	7446	6540	6180
2.	$p = 30l + 800$	830	860	890	920	950	980	1040	1100
	$m =$ Tendermaschine Engerth[35], Fig. 12	23520	11760	10000	9700	9030	8540	7450	6770
	$c = p + m$	24350	12620	10890	10620	9980	9520	8490	7870
3.	$p = \frac{200000 + ml}{250 - l}$	897	917	967	1006	1044	1070	1115	1154
	$m =$ Semmering-Maschine Engerth[36], Fig. 13	27440	13720	12870	11900	10870	10260	8730	7690
	$c = p + m$	28337	14637	13837	12906	11914	11332	9845	8844
4.	$p = \frac{200000 + m}{250 - l}$	—	—	—	—	—	—	—	1125
	$m = \frac{200 - 2l}{30 - l} \cdot 1000$	—	—	—	—	—	—	—	7000
	$c = p + m$	—	—	—	—	—	—	—	8125

Die gleichförmig vertheilte mobile Last per laufd. Meter ist ermittelt dadurch, dass das Maximal-Moment, welches durch die concentrirten Lasten der Locomotiv- und Tender-Achsen in der Mitte (2 Maschinen mit Schornsteinen vor einander gestellt) hervorgebracht wird, gesucht und dieses Moment demjenigen gleich gesetzt wurde, welches die gleichförmig vertheilte Last m per laufd. Meter erzeugt.

5. **Eigengewicht und mobile Last für Wegbrücken.**

Die mobile Last der Wegbrücken besteht aus einem Zuge oder mehreren neben einander befindlichen Zügen von 2- oder vierspännigen Lastfuhrwerken, wobei der nicht von diesen eingenommene Raum als mit Menschen angefüllt betrachtet ist.

Winkler (Theorie der Brücken, 1. Heft) nimmt folgende Lastsysteme an, Fig. 14 bis 16.

Zur Bestimmung des Menschengedränges wird ein Mann mit Gepäck zu 70k der Rechnung zu Grunde gelegt und angenommen, dass auf einem □m 3 bis 4 Mann

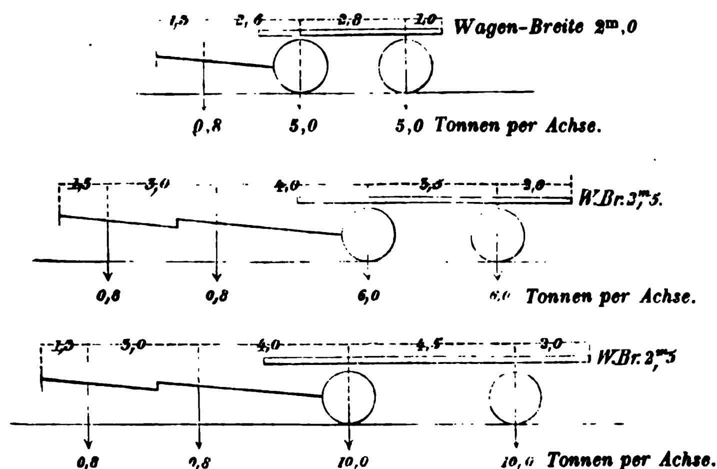
[34] Laissle & Schübler, Bau der Brückenträger. [illegible] Aufl. [illegible] Theil, p. [illegible] [illegible] sind [illegible] Locomotiven mit Tender unter 2 und 3 gekuppelt [illegible] Locomotiven sammt Tendern mit [illegible] Güterwagen von [illegible] Radstand [illegible] Zwischenräume zwischen den Buffern und [illegible] Kilogr. [illegible] in Rechnung gestellt.

$p + m$) in Kilogr. per laufenden Meter 1gleisiger Brücke.

Metern.												
18	21	24	27	30	36	40	50	60	70	80	90	100
1140	1230	1320	1410	1500	1680	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600
4630	4571	4480	4362	4240	4167	4185	4186	4127	4129	4118	4089	4092
5770	5801	5800	5772	5740	5847	5985	6286	6527	6829	7118	7389	7692
1340	1430	1520	1610	1700	1880	2000	2300	2600	2900	3200	3500	3800
5460	5300	5170	5110	5060	4880	4680	4430	4100	3830	3610	3430	3250
6800	6730	6690	6720	6760	6760	6680	6730	6700	6730	6810	6930	7050
1335	1414	1500	1590	1682	1850	1950	2208	2436	2710	2940	3310	3646
6090	5940	5760	5720	5670	5440	5230	4830	4380	4110	3870	3660	3470
7425	7354	7260	7310	7352	7290	7180	7038	6816	6820	6810	6970	7116
1340	1416	1490	1564	1636	1780	1877	2125	2386	2667	2973	3313	3692
6166	5921	5704	5509	5333	5030	4857	4500	4222	4000	3818	3667	3538
7506	7337	7194	7073	6969	6810	6734	6625	6608	6667	6791	6980	7230

stehen und sich bewegen können. Hieraus ergiebt sich eine Belastung von 350 bis 420k per □m der Brücke, oder bei einer Breite des mit Menschen bedeckten Raumes von b_2 in Metern eine Belastung von rund 400 b_2 in Kilogr. per laufd. Met. der Brücke.

Fig. 14—16.



Bei I. leichtem Fuhrwerke (von $2^m,0$ Breite) wird die Brücke von so viel Wagenzügen besetzt angenommen, als es die Breite der Fahrbahn gestattet, der Rest aber als vom Menschengedränge belastet. Dasselbe gilt für II. schweres Fuhrwerk (von $2^m,5$ Breite). Dagegen wird bei III. schwerstes Fuhrwerk (von $2^m,5$ Breite) stets nur 1 Wagenzug dieser Gattung in Rechnung gestellt, der Rest aber mit I. leichtem Fuhrwerk und Menschen besetzt betrachtet.

Die nachstehende Tabelle giebt die aus den Achsbelastungen der Fig. 14 bis 16 resultirenden gleichförmig vertheilten mobilen Lasten *m* per laufd. Met. der Brücke bei einer Breite derselben gleich der Breite der darauf stehenden Fuhrwerke.

Tabelle für *m* (mobile Last) in Kilogr. per laufd. Meter Brücke.

		b_1 Breite der Fuhrwerke und Brücke.	l = Stützweite der Brücke in Metern.											
			1	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	30
I.	Leichtes Fuhrwerk. Fig. 14.	$2^m,0$	6000	3000	2000	1500	1200	1130	1105	1060	960	895	905	885
II.	Schweres Fuhrwerk. Fig. 15.	$2^m,5$	12000	6000	4000	3000	2400	2000	1850	1720	1615	1320	1015	1010
III.	Schwerstes Fuhrwerk. Fig. 16.	$2^m,5$	20000	10000	6670	5000	4000	3330	2860	2540	2250	1950	1645	1820

Das **Eigengewicht** der Strassenbrücken ist zwar wieder abhängig von der mobilen Last, doch weit mehr von der Construction der Fahrbahn, als dies bei Eisenbahnbrücken (Brückthoren) der Fall ist.

Nachfolgende Tabelle giebt die Gewichte der Fahrbahn und der Fahrbahnträger (Zwischenträger und Querträger)[15] in Kilogrammen per laufd. Met. Brücke bei einer Fahrbahnbreite von b_1 in Metern an.

---

[15]) Siehe Winkler, Dr. E., Vorträge über Brückenbau, Eiserne Brücken, IV. Heft, Querconstructionen p. 28 und weiter. — Laissle & Schübler, Bau der Brückenträger, I. Theil, 3. Aufl. p. 104—111.

Tabelle für *a* (Fahrbahn und Fahrbahnträger) per laufend. Meter Brücke in Kilogr.

Laufende Nr.	Anordnung der Fahrbahn.	a_1 Fahrbahn p. lfd. Met. Brücke in Kilogr.	a_2 Fahrbahnträger (Quer- u. Zwischenträger) per lfd. Meter Brücke in Kilogr. für I. leichtes Fuhrwerk	II. schweres Fuhrwerk	III. schwerstes Fuhrwerk	$a = a_1 + a_2$ per lfd. Meter Brücke in Kilogr. für I. leichtes Fuhrwerk	II. schweres Fuhrwerk	III. schwerstes Fuhrwerk
	A. Für die Fahrbahn.							
1.	Doppelter eichener Bohlenbelag von je 7 Centim. Dicke	140 b_1	45 b_1	55 b_1	80 b_1	185 b_1	195 b_1	220 b_1
2.	Einfach. 7 Cm. dicker eichen. Bohlenbelag (70[k]) u. 15 Cm. starkes Eichen-Holzpflaster darauf (160[k])	230 b_1	45 b_1	55 b_1	80 b_1	275 b_1	285 b_1	370 b_1
3.	Einfacher 7 Cm. starker eichener Bohlenbelag (70[k]) u. 20 Cm. starker Schotter darauf (400[k])	470 b_1	55 b_1	65 b_1	90 b_1	525 b_1	535 b_1	560 b_1
4.	Wellenblech, 6mm dick (60[k]) und 20 Centim. starker Schotter darauf (400[k])	460 b_1	55 b_1	65 b_1	90 b_1	515 b_1	525 b_1	550 b_1
5.	Wellenblech, 6mm dick (60[k]) und 18 Cm. starke Pflastersteine in Sandbettung (500[k])	560 b_1	60 b_1	75 b_1	95 b_1	620 b_1	635 b_1	655 b_1
6.	Gusseisenplatten (150[k]) und 20 Cm. starken Schotter darauf (400[k])	550 b_1	60 b_1	75 b_1	95 b_1	610 b_1	625 b_1	645 b_1
7.	Schmiedeis. Buckelplatten (60[k]) und 20 Cm. starker Schotter darauf (400[k])	460 b_1	55 b_1	65 b_1	90 b_1	515 b_1	525 b_1	550 b_1
8.	Schmiedeis. Buckelplatten (60[k]) und 18 Cm. starke Pflastersteine in Sand (500[k])	560 b_1	60 b_1	75 b_1	95 b_1	620 b_1	635 b_1	655 b_1
9.	Steinplatten 12 Cm. stark (300[k]) und 20 Cm. stark. Schotter (400[k])	700 b_1	65 b_1	80 b_1	100 b_1	765 b_1	780 b_1	800 b_1
10.	Ziegelgewölbe 0m,25 stark zwischen eis. Trägern (700[k]) und 20 Cm. stark. Schotter (400[k])	1100 b_1	70 b_1	90 b_1	110 b_1	1170 b_1	1190 b_1	1210 b_1
11.	Ziegelgewölbe 0m,25 stark zwischen eis. Trägern (700[k]) und 18 Cm. stark. Steinpflaster in Sand (600[k])	1300 b_1	70 b_1	90 b_1	110 b_1	1370 b_1	1390 b_1	1410 b_1
	B. Für die Fusswege.							
12.	Schwellen v. Eichenholz (30[k]) und einfacher eich. Bohlenbelag 8 Cm. stark (80[k])	110 b_2		30 b_2			140 b_2	
13.	Steinplatten (250[k])	250 b_2		40 b_2			290 b_2	

Benutzt man nun die Launhardt'sche Formel:

$$p = \frac{250 \cdot a + ml}{250 - l} \text{ in Kilogr. per laufend. Meter Brücke}$$

und setzt in dieselbe den betreffenden Werth von a aus vorstehender Tabelle und den von m aus Tabelle S. 534 für die entsprechende Stützweite l ein, so erhält man das Gesammteigengewicht per laufd. Meter der ganzen Brücke in Kilogr.

Die Fussstege, wenn sie innerhalb der Hauptträger liegen und wenn für dieselben nicht besondere leichtere Träger angeordnet sind, werden dadurch berücksichtigt, dass die mobile Last um $400 b_2$ per laufd. Meter der Brücke, worin b_2 die Gesammtbreite der Fussstege bezeichnet, erhöht wird. — Sind dagegen besondere Träger für die Fusswege angeordnet, oder ruhen letztere auf Consolen, so ist die Rechnung zur Bestimmung der Dimensionen für diese Fusswegträger, resp. Consolen getrennt von der für die Fahrbahnträger durchzuführen, und es gelten hier die Formeln für mobile Last und Eigengewicht in Kilogr. per lfd. Meter

$$m = 400 b_2$$

$$p = \frac{250 a + m l}{250 - l}$$

worin für a der Werth aus der letzten Tabelle einzusetzen ist.

§ 4. Verticalkräfte und Biegungsmomente. — Ein Körper ist im Gleichgewichte, wenn die Summe aller auf ihn wirkenden äusseren und inneren Kräfte gleich Null und wenn die Summe der statischen Momente aller Kräfte gleich Null ist.

Es ist daher zur Bestimmung der Dimensionen von Trägern erforderlich, vorab die auf sie wirkenden Kräfte und Momente zu bestimmen.

Ein Träger, welcher auf 2 Punkten frei aufliegt, und daher frei aufliegender Träger genannt wird (von continuirlichen Trägern wird hier gänzlich abgesehen, da sie in Deutschland nur noch selten ausgeführt werden), hat in verticaler Richtung (von den horizontal wirkenden Windkräften wird später die Rede sein) nur die Kräfte der mobilen Last und des Eigengewichts aufzunehmen.

Es bezeichne nun:

A, B die Auflagerdrücke in Kilogr.

m, p, q wie bisher die mobile Last, das Eigengewicht und die Summe beider per laufd. Meter der Brücke (bei Brückthoren der 1gleis.) in Kilogr.

V_0, V_x, $V_{l/2}$ die Verticalkraft in einem Punkte, welcher um 0, x oder $l/2$ von dem im Auflagerpunkte A liegenden Coordinatenursprung entfernt ist, in Kilogr.

M_0, M_x, $M_{l/2}$ die entsprechenden Biegungs- (statischen) Momente in Kilogr.-Metern.

l die Länge der Träger zwischen den Auflagerpunkten A und B (Stützweite) in Metern.

a) **Verticalkräfte.**

Ist die Last m von A bis zum Punkte λ vorgeschritten, so sind die Auflagerdrücke

1) . . . . $A = \frac{p l}{2} + m \lambda \left(1 - \frac{\lambda}{2 l}\right)$ in Kilogr.

2) . . . . $B = \frac{p l}{2} + m \frac{\lambda^2}{2 l}$ in Kilogr.

Die Verticalkraft im Punkte x hat dann die Grösse:

3) $V_x = A - (p+m)\,x = p\left(\frac{l}{2} - x\right) + m\left[\lambda\left(1 - \frac{\lambda}{2\,l}\right) - x\right]$ in Kilogr., wenn $x < \lambda$.

4) . . . . $V_x = p\left(\frac{l}{2} - x\right) - m\,\frac{\lambda^2}{2\,l}$ in Kilogr., wenn $x > \lambda$.

Ist die Last m bis zum Auflager B gekommen, ist also $\lambda = l$, so ist

5) . . . . $V_x = q\left(\frac{l}{2} - x\right)$ in Kilogr.

Ferner ist dann

6) . . . . . $\max V_0 = \frac{q\,l}{2}$, wenn $x = 0$; $\max V_l = -\frac{q\,l}{2}$, wenn $x = l$.

Das Maximum von V_x findet statt, wenn die Strecke von x bis l mit der Last m bedeckt ist, vorausgesetzt, dass $x \leqq {}^l/_2$ ist. Ist dagegen $x \geqq {}^l/_2$, so findet das Maximum von V_x statt, wenn die Strecke von 0 bis x mit der Last m besetzt ist. Alsdann ist in der Trägermitte für $\lambda = x = {}^l/_2$

7) . . . . $\max V_{l/_2} = -\frac{m\,l}{8}$ in Kilogr.

Die Curve der V hat beim Auflager A einen positiven, beim Auflager B einen negativen Werth, muss daher in einem Punkte, welcher um c vom Auflager A entfernt ist, durch die Abscissenachse gehen. Diese Entfernung ist

8) . . . . $c = \frac{p\,l}{m}\left(-1 \pm \sqrt{1 + \frac{m}{p}}\right)$ in Met.

Die Gleichung giebt 2 Grössen, welche dem Herüberschieben der Last m von A nach B, und dem von B nach A entsprechen.

Da die Curve V nur sehr wenig von der Geraden abweicht, so kann dieselbe durch einfaches Zusammenziehen der 3 Punkte $\max V_0$, $\max V_{l/_2}$ und $\max V_l$ mit genügender Schärfe dargestellt werden, nachdem man vorher die auf zwei Seiten der Abscissenachse liegenden Werthe auf eine Seite hinübergeklappt hat.

b) **Biegungsmomente.**

Das Moment im Punkte x drückt sich folgendermaassen aus:

9) $M_x = A\,x - (p+m)\,\frac{x^2}{2} = \frac{p\,x}{2}(l - x) + m\,x\left[\lambda\left(1 - \frac{\lambda}{2\,l}\right) - \frac{x}{2}\right]$ in Kilogr.-Met., wenn $x \leqq \lambda$.

10) . . . . $M_x = \frac{p\,x}{2}(l - x) + m\,\lambda^2\,\frac{l - x}{2\,l}$ in Kilogr.-Met., wenn $x \geqq \lambda$.

Aus diesen Gleichungen ist zu ersehen, dass M_x grösser wird, je grösser λ ist, und sein Maximum bei $\lambda = l$ erreicht; dann folgt aus Gl. 9)

11) . . $\max M_x = q\,\frac{x}{2}\,(l - x)$ in Kilogr.-Met. als Umhüllungscurve der M.

Ferner ist

12) . . . . $M_0 = M_l = 0$ und

13) . . . . $\max M_{l/_2} = \frac{q\,l^2}{8}$ in Kilogr.-Met.

Die Curven der M sind Parabeln. Es lässt sich daher die Umhüllungscurve (Gl. 11) leicht aus den 3 Punkten M_0, $M_{l/_2}$ und M_l construiren, wenn man bedenkt, dass die Symmetrieachse dieser Parabel normal zur Abscissenachse gerichtet ist.

§ 5. Spannungen, Elasticitätsmodul, Festigkeitscoëfficienten, Trägheitsmomente, Durchbiegung.

Durch das Auftreten der äusseren Kräfte werden innere Kräfte (Spannungen) hervorgerufen.

Absolute und rückwirkende Festigkeit, Elasticitätsmodul. — Wird ein Stab in seiner Längenrichtung gezogen, so wird er auf absolute, wird derselbe gedrückt, auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen, es werden Kräfte wirksam, welche sich der Verlängerung, resp. Verkürzung des Stabes entgegensetzen.

Bezeichnet für einen Stab von 1 □cm Querschnitt

l die ursprüngliche Länge desselben in Cm.,

dl die Verlängerung desselben infolge der Kraftwirkung in Cm.,

S die Kraft in Kilogr. per □cm,

E einen Coëfficienten, welcher vom Material abhängig ist und Elasticitätsmodul genannt wird, in Kilogr. per □cm,

dann ist für absolute und rückwirkende Festigkeit

$$14) \quad dl : l = S : E; \quad dl = \frac{S \cdot l}{E}$$

Nach Laissle & Schübler (Bau der Brückenträger, I. Band) ist im Mittel für

Holz	$E =$ 100 000	Kilogr. per □cm
Schmiedeisen	$E =$ 1 800 000	- - -
Gusseisen	$E =$ 900 000	- - -
Stahl, weich	$E =$ 1 800 000	- - -
Stahl, gehärtet	$E =$ 3 000 000	- - -

Festigkeitscoëfficienten. — Ist die Kraft S, welche auf den Stab wirkt, so gross, dass sie ihn beim einmaligen Beanspruchen zerstört, so heisst dieselbe Bruchgewicht oder Bruchspannung. Bis jetzt glaubte man sicher genug zu gehen, wenn man den Stab nur mit einer Kraft anstrengte, welche bei Eisen den 5., bei Holz den 10. Theil des Bruchgewichts ausmachte und nannte dies den Stab mit 5-, resp. 10facher Sicherheit beanspruchen. Es entstanden so die Werthe der zulässigen Spannungen, welche für die verschiedenen Materialien in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle der Bruchgewichte und zulässigen Spannungen.

Materialien	Beanspruchung auf Zug			Beanspruchung auf Druck		
	Bruchgewicht in Kilogr. per □cm.	s Zulässige Spannung in Kilogr. per □cm.	Sicherheitscoëfficient	Bruchgewicht in Kilogr. per □cm.	s Zulässige Spannung in Kilogr. per □cm.	Sicherheitscoëfficient
Schmiedeisen	3500	700	5	3500	700	5
Gussstahl	6000	1200	5	16000	2000	8
Gusseisen	1500	300	5	6000	1200	5
Eichen- und Tannenholz	800	80	10	600	60	10

Erst seit einigen Jahren, nachdem Wöhler durch grossartige Versuche dargethan hat, dass die Grösse der auf die Einheit bezogenen Bruchspannung davon abhängig ist, ob das Material bleibend, nur 1mal oder öfter beansprucht ist, und dadurch die seitherige Beweisführung von der Sicherheit der Construction hinfällig geworden ist, hat man begonnen, die zulässige Beanspruchung auf richtigere Weise zu bestimmen.

Unter den von verschiedenen Ingenieuren aufgestellten Formeln für dieselbe ist die von **Launhardt** aufgestellte, auf die Wöhler'schen Versuche gegründete Formel die bequemste und praktischste, welche sich bis jetzt auch am meisten Bahn gebrochen hat: dieselbe lautet:

15) . . für Schmiedeisen $s = 800\left(1 + {}^{1}/_{2}\,\frac{\min S}{\max S}\right)$ in Kilogr. per □cm

16) . . . . für Gussstahl $s = 1200\left(1 + {}^{3}/_{4}\,\frac{\min S}{\max S}\right)$ - - - -

Diese Formeln gelten jedoch nur für Beanspruchungen, welche entweder durch Zug oder durch Druck erfolgen, sind aber nicht gültig für Stäbe, welche abwechselnd auf Zug und Druck beansprucht werden. Für diese letzteren hat zwar Weyrauch eine Formel aufgestellt, doch thut man besser, da dieselbe nicht auf Versuche basirt ist, einstweilen sich wie die Amerikaner zu behelfen, welche die Maximalspannungen von Zug und Druck addiren und dieselben durch die alte zulässige Spannung dividiren, um den Querschnitt zu erhalten.

17) . . . . für Schmiedeisen $F = \frac{\max S_z + \max S_d}{700}$ in □cm

18) . . . . . . für Gussstahl $F = \frac{\max S_z + \max S_d}{1200}$ - -

Relative Festigkeit.[16]) — Wird ein Stab, welcher an seinen Enden unterstützt ist, durch senkrecht wirkende Kräfte in Anspruch genommen, so wird derselbe gebogen, seine concave Seite wird verkürzt und auf Druck beansprucht, seine convexe Seite verlängert und auf Zug beansprucht. Zwischen allen in entgegengesetztem Sinne in Mitleidenschaft gezogenen Fasern muss eine auf Zug oder Druck nicht beanspruchte Faser, die neutrale Faser liegen. Die am weitesten von der neutralen Faser entfernt liegenden Fasern erhalten die stärksten Zug-, resp. Druck-Spannungen, und dürfen diese keine grössere als die zulässige Beanspruchung s in Kilogr. per □cm erleiden.

Wird mit

w die Entfernung der äussersten Faser von der Neutralfaser in Cm.

y die Entfernung irgend einer Faser von der Neutralfaser in Cm.

s_w, s_y die Zug-, resp. Druck-Spannung in einem Faserelement, welches um w resp. y von der Neutralfaser entfernt ist, in Kilogr. per □cm,

z die Breite des betreffenden Faserstückes

bezeichnet, so ist die Spannung S_y in einer um y von der Neutralfaser entfernten Faser:

19) . . . . $S_y = \frac{s_w}{w}\, y\, z\, dy$ in Kilogr.,

da

20) . . . . $s_y : s_w = y : w\,; \quad s_y = \frac{s_w}{w}\, y$ ist.

Da bei allen Materialien die Elasticitätsmodule für Zug und Druck als gleichwerthig angenommen werden können, so liegt die neutrale Faser in dem Schwerpunkte des Querschnittes.

Wird mit w_z die Entfernung der äussersten Zugfaser, mit w_d die der äussersten Druckfaser bezeichnet, so ist

[16]) Es soll vorerst von Schubspannungen abgesehen werden.

21) . . . . $\sum_y^w S = \int_y^w \frac{s_w}{w} \, y\, z\, dy$ in Kilogr. und

22) . . . . . $\sum_{w_d}^{w_z} S = \Sigma\, S = \frac{s_w}{w} \left[\int_0^{w_z} y\, z\, dy + \int_0^{w_d} y\, z\, dy \right]$ in Kilogr.

und das Moment ist

23) . . . . $M = \frac{s_w}{w} \left[\int_0^{w_z} y^2 z\, dy + \int_0^{w_d} y^2 z\, dy \right]$ in Kilogr.-Cm.

Der Ausdruck in der Klammer heisst das Trägheitsmoment des Querschnitts und wird mit T bezeichnet:

24) . . . . $M = \frac{s_w}{w} T$ in Kilogr.-Cm.

Ist h die Höhe des Querschnitts, also $w = \frac{h}{2}$, so wird, da s_w nicht grösser als s sein darf:

25) . . . . $\begin{cases} M = \frac{T}{h/_2} \cdot s \text{ in Kilogr.-Cm.} \\ \frac{M}{T} = \frac{s}{h/_2}; \quad T = \frac{M}{s} \cdot \frac{h}{2} \text{ in Cm.} \end{cases}$

Elastische Linie und grösste Einsenkung. — Die Gleichung der elastischen Linie ist:

26) . . . . $M = \frac{d^2y}{dx^2} E\, T.$

Die grösste Einsenkung in der Mitte eines Trägers, wenn derselbe über seine ganze Länge gleichförmig belastet ist, beträgt:

27) . . . . $f = -\frac{5}{384} \cdot \frac{q\, l^4}{E\, T}.$

Aus Gl. 13) und 25) folgt

28) . . . . $\frac{q\, l^2}{8} = \frac{T.s.2}{h}; \quad T = \frac{q\, l^2 h}{16.s}$

Dies in Gl. 27) eingesetzt, giebt

29) . . . . $f = -\frac{5}{24} \cdot \frac{l}{h} \cdot \frac{s}{E}\, l$

Ist $s = 700^k$ per $\square^{cm}$; $\frac{l}{h} = 8$; $E = 1\,800\,000^k$ per $\square^{cm}$ so wird

$$f = -\frac{l}{1543}$$

Oefters wird bei der Probebelastung der Brücke vorgeschrieben, dass eine Maximal-Einsenkung von $l/2000$, und eine bleibende Einsenkung von $l/5000$ nicht überschritten werde.

Horizontale und diagonale Schubspannungen. — Nach Gl. 21) ist $\sum_y^w S = \int_y^w \frac{s_w}{w} \, y\, z\, dy$, und nach Gl. 24) $\frac{M}{T} = \frac{s_w}{w}$. Wird Gl. 24) in Gl. 21) eingesetzt, so entsteht:

Tabelle der Trägheitsmomente in Centimetern.

Form der Querschnitte.	Trägheitsmoment in Centim.	$\frac{T}{h/2}$ in Centim.	Bemerkungen.
Fig. 17.	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	
Fig. 18.	$\frac{b}{12}(h^3 - h_1^3)$	$\frac{b}{6h}(h^3 - h_1^3)$	
Fig. 19 u. 20.	$\frac{1}{12}(bh^3 - b_1h_1^3)$	$\frac{bh^3 - b_1h_1^3}{6h}$	
Fig. 21.	$\frac{bh^3 - h_1^3(b - \delta)}{12}$	$\frac{bh^3 - h_1^3(b - \delta)}{6h}$	
Fig. 22 u. 23.	$\frac{b_1h^3 + h_1^3(b - b_1)}{12}$	$\frac{b_1h^3 + (b - b_1)h_1^3}{6h}$	
Fig. 24.	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32}$	
Fig. 25.	$\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$	$\frac{\pi}{32D}(D^4 - d^4)$	
Fig. 26.	$\frac{H_0^2}{2}\left(F + \frac{1}{6}\delta H_0\right)$	$\frac{H_0^2}{H}\left(F + \frac{1}{6}\delta H_0\right)$ oder auch $H_0\left(F + \frac{1}{6}\delta H_0\right)$	F = Querschnitt einer Gurtung (Lamellen und Winkeleisen) $M = \frac{s H_0^2}{H}\left(F + \frac{1}{6}\delta H_0\right)$ oder auch $M = s \cdot H_0\left(F + \frac{1}{6}\delta H_0\right)$

30) . . . . $\sum_y^w S = \int_y^w \frac{M}{T} y\, z\, dy\,.$

Da das Moment M_x abhängig ist von der Entfernung des betrachteten Querschnittes von dem Auflager A, so werden die Spannungen in zwei um dx von einander entfernt liegenden Querschnitten verschieden sein. Die Differenz dieser Spannungen, welche horizontal wirken, ist

31) . . . . $d \sum_y^w S = d\, M \frac{1}{T} \int_y^w y\, z\, dy$

und wirkt dieselbe in einer Faser, welche um y von der Neutralfaser entfernt liegt. Diese Spannung in Bezug auf die Länge von 1^{cm} ist:

32) $\mathfrak{S}_y = \frac{d \sum_y^w S}{z\, dx} = \frac{d\, M}{dx} \cdot \frac{1}{T.z} \int_y^w y\, z\, dy$ in Bezug auf die Breite des Querschnittes von 1^{cm}.

Da nun aber

33) . . . . $\frac{d\, M}{d\, x} = V$

ist, so verändert sich die Gl. 32) in

34) . . . . $\mathfrak{S}_y = \frac{V}{T\,.\,z} \int_y^w y\, z\, dy$ in Kilogr. per Längen- und Breiten-Cm.

Für $y = w$ wird $\mathfrak{S}_w = 0$.

Die grössten Diagonalspannungen in einem Querschnitte sind

35) . . . . max $\mathfrak{D}_y = \frac{s_y}{2} \pm \sqrt{\mathfrak{S}_y^2 + \left(\frac{s_y}{2}\right)^2}$

Da nach Gl. 20) $s_y = \frac{s_w}{w} \cdot y$ ist, so entsteht, wenn bestimmt wird, dass max $\mathfrak{D}_y$ nicht grösser als s werden darf:

36) . . . . $\mathfrak{S}_y = s \sqrt{1 - \frac{y}{w}}$

Zerknickung langer auf Druck beanspruchter Stäbe. — Bedeutet P die Kraft, welche auf den Querschnitt der Stabes drückend wirkt, F den Querschnitt und L die Länge desselben, so ist nach Laissle & Schübler:

37) . . . . $s = \frac{P}{F}\left(1 + K \frac{F L^2}{T}\right)$ in Kilogr. per $\square^{cm}$.

In dieser Gleichung ist K ein Coëfficient, der nach Erfahrungsresultaten vom Material abhängig ist und

für Schmiedeisen	$K = 0{,}00008$
- Gusseisen	$K = 0{,}00025$
- Holz	$K = 0{,}00016$

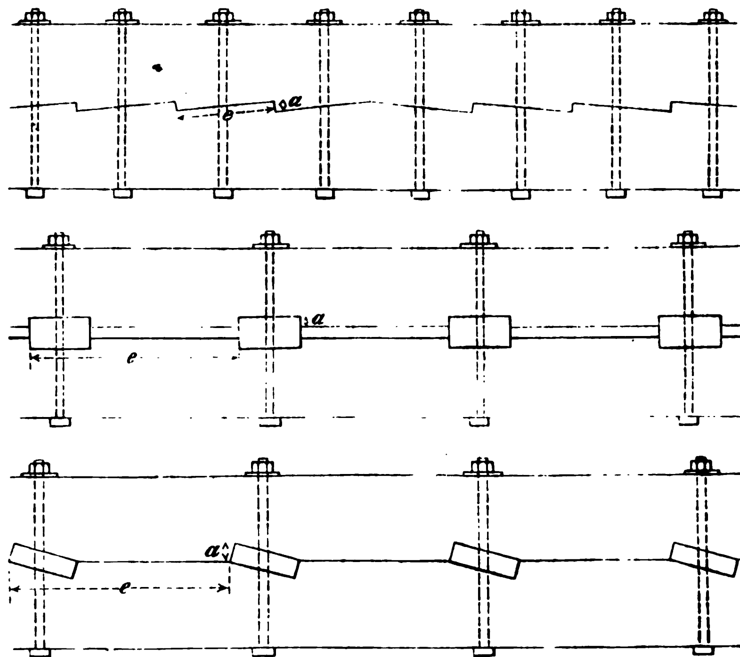
beträgt.

§ 6. Anordnung und Berechnung der hölzernen Hauptträger. — Die hölzernen Brückenträger bestehen aus Balken, welche man zur Uebertragung des Druckes auf die Pfeiler gewöhnlich auf ein oder zwei Mauerlatten von 15—20cm Höhe und 20—25cm Breite, mit welchen sie verkämmt werden, legt. Bestehen die Mittelpfeiler aus Holzjochen, so werden am besten die über diesem Joche stumpf gestossenen Balken durch einen mit dem Balken verschraubten, auch wohl verdübbelten Unterzug mit einander verbunden.

Die Tragbalken sind entweder einfache, verdübbelte oder verzahnte Balken, oder sind durch Häng- oder Sprengwerke verstärkt.

Der verdübbelte und verzahnte Balken kann bei Berechnung der Querschnittsdimension als ein compacter Balken betrachtet werden. Die Verzahnung oder Ver-

Fig. 27—29.



dübbelung muss die horizontalen Scheerkräfte aushalten, welche an der Stelle, an welcher die Zähne oder Dübbel sitzen, im Balken angreifen.

Nach Gl. 34) ist, wenn $w = \frac{h}{2}$: $z = b$: $T = \frac{b\,h^3}{12}$ und die Entfernung der Zähne oder Dübbel von einander e in Cm., und die Stärke derselben a in Cm. ist:

$$\text{weil } e_y\, \mathfrak{S}_y = s\,.\,a = \frac{6\,V_x\,.\,e_y}{b\,h^3}\left[\frac{h^2}{4} - y^2\right] \text{ und daraus}$$

$$e_y = \frac{s\,.\,a\,.\,b\,.\,h^3}{6\,V_x\left(\frac{h^2}{4} - y^2\right)} \text{ in Cm.}$$

Für $y = 0$, wenn also Zähne oder Dübbel in der Balken-Mitte (Neutralfaser) liegen, ist:

$$e_0 = \frac{2\,.\,s\,.\,a\,.\,b\,.\,h}{3\,.\,V_x} \text{ in Cm. (Fig. 27, 28 u. 29.)}$$

s die zulässige Spannung wird aus Tabelle S. 538 genommen.

Die Zähne oder Dübbel erhalten gewöhnlich eine Höhe von 5—10^{cm} und letztere eine Länge gleich der doppelten Höhe. Mit der Verdübbelung kann eine grössere Höhe des Trägers bei gleichem Materialbedarf erreicht werden (s. Fig. 27 und 28). Zu den Dübbeln nimmt man durchgehends Eichenholz und legt dieselben so, dass das Hirnholz der Dübbel und Balken gegen einander stösst, damit ein Schwinden des Dübbelholzes in der Richtung der Scheerkraft nicht eintreten kann. Die Dübbel werden entweder horizontal (Fig. 28) oder schräg (Fig. 29) gestellt. Die Zähne und schräg gestellten Dübbel müssen in der Mitte der Balkenlänge ihre Lage ändern, da hier bei gleichmässig über die ganze Oeffnung vertheilter Maximallast die Verticalkraft $V =$ Null wird. Bei fortschreitender Last giebt es nach Gl. 8) 2 Punkte, in welchen V durch die Abscissenachse geht; es ist daher nothwendig, dass die Dübbel zwischen diesen beiden Stellen eine horizontale Lage (Fig. 28) einnehmen, um beiden Richtungen der Scheerkräfte zu genügen. Da dies mit Verzahnung schwer zu erreichen ist, sind Dübbel vorzuziehen.

Um Verzahnung und Verdübbelung zur vollen Wirksamkeit zu bringen, werden Schraubbolzen durch die zu verbindenden Balken gezogen, welche überdies die Verbindung verstärken.

Zur Bestimmung der Balkenstärken für Häng- und Sprengwerke wird berechnet, welche Kraft aus der gleichmässig vertheilten Belastung des Eigengewichts und der mobilen Last auf die einzelnen festen Stützpunkte, welche durch die Häng- oder Sprengwerke geschaffen werden, entfällt, und wird darauf diese Kraft in die betreffenden Balkenrichtungen zerlegt. Die Balken, welche auf Zerknicken beansprucht werden, sind nach Formel 37) zu untersuchen.

Die Gesammtbelastung q per laufd. Met. der Brücke wird bei Wegbrücken als gleichmässig über die ganze Breite der Brücke vertheilt, also derartig angenommen, dass jeder der n Tragbalken eine Last $\frac{q}{n}$ in Kilogr. per laufd. Met. erhält. Bei Brücktboren, bei welchen die Last nur auf dem Schienenstrange ruhen kann, ist die Belastung der einzelnen Träger von der Entfernung derselben von den Schienen abhängig und jedesmal besonders zu berechnen.

Zur Bestimmung der Dimensionen der Tragbalken dient die Gl. 13):

$$\max M_{l/2} = \frac{q l^2}{8} \cdot 100 = 12{,}5\, q l^2 \text{ in Kilogr.-Cm.}$$

und Gl. 25):

$$M = \frac{2\,T}{h} \cdot s \text{ in Kilogr.-Cm.}$$

Da ferner nach Tabelle S. 541

$$\frac{2\,T}{h} = \frac{b\,h^2}{6} \text{ ist, so folgt hieraus}$$

$$b\,h^2 = \frac{75\, q l^2}{s}$$

Für einfache Balken wird gewöhnlich $b = \frac{5}{7} h$ genommen, welches Verhältniss das grösste Tragvermögen repräsentirt.

§ 7. Anordnung und Berechnung der schmiedeisernen Hauptträger.

Die schmiedeisernen Hauptträger für Brückthore und Wegbrücken bestehen entweder aus gewalzten Doppelt-T-Trägern, oder aus Doppelt-T-Trägern welche aus Blech, Stabeisen und Winkeleisen zusammengesetzt sind (Fig. 17, Taf. XXIX). Complicirte Querschnitte werden selten angewendet, auch sind die Gurtungen mit seltenen Ausnahmen parallel und horizontal.

Zur Bestimmung der Dimensionen der Doppelt-T-Träger dient wieder die Gleichung 13)

$$\max M_{l/2} = 12{,}5\, q\, l^2 \text{ in Kilogr.-Cm.}$$

und Gl. 25) . . . $M = \frac{T}{h/2} \cdot s$ in Kilogr.-Cm.

Da ferner aus Tabelle S. 541

$$\frac{T}{h/2} = H_0\,(F + {}^1/_6\,\delta\, H_0)$$

ist, so folgt: . . . . $H_0(F + {}^1/_6\,\delta\, H_0) = \frac{12{,}5\, q l^2}{s}$

Die Stärke der Mittelrippe findet sich aus der Gleichung

38) . . . . $\mathfrak{S}_0 = \frac{V_x}{\delta\,\mathfrak{H}}$ in Kilogr.; $\delta = \frac{V_x}{\mathfrak{H}\,\mathfrak{S}_0}$ in Cm.

Damit nun die Diagonalspannungen $\mathfrak{D}$ nicht grösser als s werden können, wird $\mathfrak{S}_0 = 350$ Klgr. per □cm angenommen, und dann ist

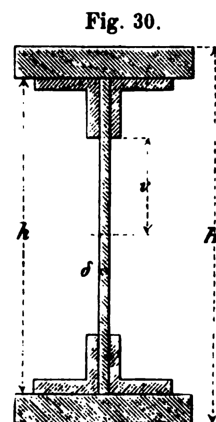
39) . . . . $\delta = \frac{V_x}{350\,\mathfrak{H}}$ in Cm.

In diesen Gleichungen bedeutet $\mathfrak{H}$ die Entfernung der Mittelpunkte von Druck und Zug, welche aus Gleichung

40) . . . . $\mathfrak{H} = \dfrac{T}{\int_0^w y\, z\, dy}$

gefunden wird. Genau genug für die meisten Fälle ist $\mathfrak{H} = H_0$ die Entfernung der Gurtungsschwerpunkte. Dann ist:

41) . . . . . . $F = \frac{12{,}5\, q\, l^2}{s\,.\,H_0} - \frac{V_x}{2100}$ in □cm


Fig. 30.

Wird die Gl. 25) $M = \frac{T}{H/2}\, s$ (Fig. 30) mit $T = h\ (F + {}^1/_6\,\delta\, h)$ aus Tabelle S. 541, sowie mit Gl. 36) $\mathfrak{S}_y = s\sqrt{1 - \frac{y}{H/2}}$ und Gleich. 34) $\mathfrak{S}_y = \frac{V}{T\,.\,z}\int_y^w y\, z\, dy$ combinirt, nachdem $\int_y^w y\, z\, dy = F \cdot \frac{h}{2}$ gesetzt ist, so ergiebt sich, da $z = \delta$ ist:

42) . . . . $\delta = \frac{6\, M H}{s\,.\,h} \cdot \frac{V}{6\, M \sqrt{H(H - 2v)} + V h^2}$ in Cm.

43) . . . . . . $F = \frac{M \cdot H}{s}\left[\frac{1}{h^2} - \frac{V}{6\, M \sqrt{H(H - 2v)} + V h^2}\right]$ in □cm

worin F den Querschnitt der Lamellen und Winkeleisen der Gurtung bezeichnet. Die Gl. 42) und 43) sind, so weit bekannt, zuerst von Professor Sternberg in Carlsruhe entwickelt.

Sind Lamellen angewendet, so kann man untersuchen, an welcher Stelle des Trägers man eine der Lamellen fortlassen, oder wo man die Winkeleisen durch schwächere ersetzen kann. Nach Gl. 11) ist $M_x = q \frac{x}{2} (l - x) \cdot 100$ in Cm. Bezeichnet T_1 das Trägheitsmoment des Trägers bei Weglassung einer Lamelle, oder bei Verschwächung eines oder mehrerer Winkeleisen, so ist:

44) $$M_x = 50\, q x\, (l - x) = \frac{T_1}{H/_2} \,.\, s \text{ in Kilogr.-Cm. und}$$

45) $$x = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - \frac{s \,.\, T_1}{H \,.\, q \,.\, 25}} \text{ in Met.}$$

worin l in Metern und q in Kilogr. per lfd. Meter, H, T_1 und s in Cm. ausgedrückt ist.

Am einfachsten ist dieser Punkt zu finden, indem man die Parabel der max M_x aufträgt und zusieht, in welchem Punkte die Horizontale $\frac{s \cdot T_1}{H/_2}$ die Curve schneidet.

Die untere Gurtung, welche auf Zug beansprucht wird, muss um so viel mehr Querschnitt erhalten, als sie durch die Nietlöcher, welche in einem Querschnitte liegen, verschwächt wird, was bei der Druck übertragenden oberen Gurtung nicht nothwendig ist.

Zur Berechnung der gegliederten Systeme der Parallelträger dient die Gleichung

46) $$S_{l/_2} \,.\, h = M_{l/_2} = \frac{q l^2}{8} \text{ in Kilogr.-Met. in der Mitte}$$

47) $$S_x \cdot h = M_x = \frac{x q\, (l - x)}{2} \text{ in Kilogr.-Met.}$$

48) $$S_x = \frac{q x\, (l - x)}{2h} \text{ in Kilogr. in einem Querschnitte,}$$

der um x vom Auflager A entfernt liegt. In diesen Gleichungen bezeichnet S die Gurtungsspannung gleichmässig über den ganzen Querschnitt vertheilt und h die Entfernung der Mittelpunkte von Druck und Zug in beiden Gurtungen.

Der Gurtungsquerschnitt ist

49) $$F_x = \frac{S_x}{s} = \frac{q x\, (l - x)}{2\, h \,.\, s} \text{ in } \square^{cm}$$

wenn q, x, l und h in Met. und s in Cm. ausgedrückt sind. In der Mitte des Trägers ist:

50) $$F_{l/_2} = \frac{q l^2}{8 \,.\, h \,.\, s} \text{ in } \square^{cm}$$

Für Ueberschläge bei Brücken bis 12^m Stützweite kann man $l/_h = 1/_{10}$ und $q = 8000$ Kilogr., $s = 700$ Kilogr. per $\square^{cm}$ setzen, dann ist:

$$F_{l/_2} = 7l \text{ in } \square^{cm}, \text{ wenn } l \text{ in Met. ausgedrückt ist.}$$

Wird F mit 1,2 multiplicirt, so erhält man ungefähr den praktischen Querschnitt, der nach Hinzufügen der Nietlochquerschnitte resultirt.

Die Spannungen in den **Diagonalen** sind

51) $$D_x = \frac{V_x}{n \,.\, \sin \alpha}$$

wenn mit α der Winkel, welchen die Diagonale mit der Horizontalen macht, und mit n die Vervielfältigung des Systems bezeichnet wird.

Der Querschnitt der Diagonalen ist

$$52) \quad F_x' = \frac{D_x}{s} = \frac{V_x}{s \cdot n \cdot \sin \alpha} \,.$$

Die **Verticalen** haben die Verticalkraft aufzunehmen, erhalten also einen Querschnitt

$$53) \quad F_x'' = \frac{V}{s} = -\frac{V_x}{s \cdot n} \,.$$

Zwischen den beiden Punkten, in welchen die Verticalkraft V durch die Abscissenachse geht, müssen die Diagonalen entweder auf Druck und Zug construirt sein, oder es müssen gekreuzte Diagonalen angewendet werden, wenn dieselben nur auf Zug beansprucht werden dürfen.

Für den **Windverband** rechnet man gewöhnlich 125 bis 150 Kilogr. per $\square^{m}$ Winddruck und zieht die Fläche beider Hauptträger in Rechnung.[17] Da der Wind von allen Seiten kommen kann, so müssen in allen Feldern entweder gekreuzte Diagonalen vorhanden sein, oder die einfachen Diagonalen dem Zug und Druck Widerstand leistend construirt sein.

Die **Bleche** erhalten eine Stärke von 0,8 — 2,0 Cm. und werden gewöhnlich in Grössen von 3 — 4 $\square^{m}$ verwendet.

Das **Stabeisen,** welches zu den Lamellen der Gurtungen benutzt wird, kommt in Stärken von 0,8 — 2,0 Cm. und in Längen bis zu 12 Met. im Brückenbau vor. Für grössere Längen als 12 Met. werden von den Hütten höhere Preise gefordert. Die Länge richtet sich gewöhnlich nach dem Querschnitte, also nach dem Gewicht, und es werden Stücke über 300 Kilogr. selten verwendet. Ungefähr kann angenommen werden, dass der Querschnitt $F = \frac{400}{l}$ in $\square^{cm}$ sei, wobei l die Länge des Stabes in Met. bedeutet.

Die Eisenstärke der im Brückenbau verwendeten **Winkeleisen** beträgt $^1/_{12}$ — $^1/_6$, im Mittel $^1/_8$ der Schenkellänge; die Länge der Schenkel ist 6 — 16 Cm.

Nieten. Um die einzelnen Eisentheile möglichst innig mit einander zu verbinden und damit die atmosphärischen Niederschläge nicht in die Fugen eindringen und zu Rostbildung Veranlassung geben können, müssen die Niete möglichst dicht an den Rand gesetzt werden. Als äusserstes Maass dafür, normal zur Kraftrichtung, ist 1,5 — 2 Nietdurchmesser (Entfernung des Stabrandes von der Nietmitte). In der Kraftrichtung selbst sind mindestens 2 Nietdurchmesser zu nehmen.

Nach Launhardt wirken die Niete hauptsächlich und sehr oft nur durch die Reibung zwischen Kopf und Stab, welche durch die beim Erkalten verursachte Zusammenziehung der Nietschäfte hervorgerufen wird, und sind nach seinen Angaben Niete von 12,5 Cm. Länge an über die Bruchgrenze hinaus beansprucht, müssen also reissen. Niete über 5 Cm. Schaftlänge sind zu vermeiden.

Bezeichnet d den Nietschaftdurchmesser, δ die Dicke eines Bleches oder Stabes,

---

[17]) Auch kann der Winddruck für grosse Brücken gleich 15 . l in Klgr. per laufd. Met. für eingleisige, und 20 . l in Klgr. per laufd. Met. Brücke für zweigleis. Brücken gesetzt werden, worin l die Stützweite der Brücke in Met. bedeutet. Bei kleinen Brücken unter 30^{m} Stützweite ist, unter Berücksichtigung der seitlichen Stösse der Fahrzeuge, der Winddruck gleich $400 + 15\,l$ in Klgr. per laufd. Met. Brücke zu setzen.

m die Anzahl der Nietreihen (normal zur Kraftrichtung) und n die Anzahl der Niete in einer Reihe (parallel zur Kraftrichtung), s die zulässige Beanspruchung der Abscheerungs- (gleich der absoluten) Festigkeit, b die Breite der zu vernietenden Stäbe, t die Entfernung der Niete in einer Reihe von Mitte zu Mitte, P die Kraft, welche an den Stäben wirkt, und giebt i an, wie viel schnittig die Niete sind, so ist

54) . . . . $$s = \frac{P}{n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot m} \quad ; \quad P = s \cdot n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot i \cdot m$$

55) . . . . $$s = \frac{P}{(b - md)\delta} \quad ; \quad P = s \cdot \delta \cdot (b - md)$$

56) . . . . $$s_1 = \frac{P}{n \cdot m \cdot d \cdot \delta} \quad ; \quad P = s_1 \cdot n \cdot m \cdot d \cdot \delta$$

Aus Gl. 54) und 56) folgt, da $\frac{s_1}{s}$ erfahrungsmässig $= 1,5$ ist

57) . . . . $$d = \frac{s_1}{s} \cdot \frac{\delta}{i} \cdot \frac{4}{\pi} = \frac{6\delta}{i\pi} \text{ oder rund } = \frac{2\delta}{i}$$

Da $\frac{b}{m} = t$, so folgt aus Gl. 55) und 56)

58) . . . . $$t = d\,(1 + 1,5 \cdot n).$$

Wenn ferner mit $(b - md)\delta = F_1$ (der theoretische Querschnitt des Stabes ohne Nietabzug) bedeutet, so folgt aus Gl. 54) und 55), dass die Anzahl der erforderlichen Niete $n \cdot m = \frac{F_1}{i \cdot \frac{\pi d^2}{4}}$ ist.

Zur Bestimmung des Nietdurchmessers d_1 in der Gurtung, resp. der Nietentfernung e dient die Gleichung

59) . . . . $$\mathfrak{S}_y = \frac{V_x \cdot e}{T} \int_y^w y z\, dy \text{ in Kilogr. für die ganze Breite } z \text{ des}$$

Querschnitts (siehe Gl. 34).

Da aber (vergl. Gl. 54)

60) . . . . $$\mathfrak{S}_y = s\, \frac{\pi d_1^2}{4}\, i$$

ist, so folgt:

61) . . . . $$e = \frac{s \cdot \pi \cdot d_1^2 \cdot i \cdot T}{4 \cdot V_x \int_y^w y z\, dy} \text{ in Cm., und}$$

62) . . . . $$d_1 = \sqrt{\frac{4\, V_x \cdot e \int_y^w y z\, dy}{T \cdot s \cdot \pi \cdot i}} \text{ in Cm.}$$

Gewöhnlich wird der Nietdurchmesser zu 2,0 bis 2,5 Cm. angenommen, doch geht man auch bis 1,5 Cm. hinunter. Die Entfernung der Niete in den Gurtungen e wird zwischen 10 und 20 Cm., im Mittel zu 15 Cm. gemacht.

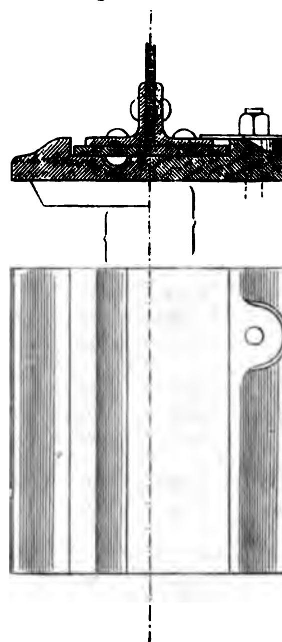
Auflager. Die untere Gurtung liegt über den Pfeilern auf einer gusseisernen Auflagerplatte, welche mit dem Unterlagsquader des Pfeilers verbunden ist. Behufs Ermöglichung der Ausdehnung und Zusammenziehung des Trägers bei Temperatur-Veränderung, und Vermeidung des Herunterrutschens vom Pfeiler muss das eine Trägerende mit dem Auflager fest verbunden, das andere auf demselben verschiebbar sein. Die Ausdehnung des

Stahles und Schmiedeisens	ist	$0{,}0000122\,l$
Gusseisens	-	$0{,}0000111\,l$
Steins	-	$0{,}0000060\,l$

per Grad Celsius. Bei 66° Temperaturdifferenz dehnt sich also das Schmiedeisen um $\lambda = 0{,}0008\,l$ aus.

Bei kleinen Brücken wendet man für die beweglichen Auflager gusseiserne Gleitlager an, welche entweder unten eine vorspringende Rippe zum Einlassen und Vergiessen in den Quader erhalten (Fig. 31) oder mittelst Steinschrauben mit demselben verbunden sind (Fig. 32). Zur Verhinderung der seitlichen Verschiebung des Trägers sind an den Gusseisenplatten an beiden Seiten Rippen angegossen. Entweder sind unten an der Gurtung über dem Auflager die Niete versenkt (Fig. 32) oder mit vorstehenden Köpfen (Fig. 31) versehen. Im letzteren Falle müssen dann für die Niete Rillen in die gusseiserne Auflagerplatte gehobelt werden. Diese letzte Anordnung ist vorzuziehen, da ein genaueres Auflager der Gurtung auf den Auflagerplatten erzielt wird.

Fig. 31 und 32.



Ist die Breite der Gurte b, so soll die Breite der Auflagerplatte b_1 etwa 1,3 bis $1{,}7\,b$ in Metern und die Länge der Platten $l_1 = 0{,}35 + 0{,}008\,l$ in Metern sein (l = Stützweite des Trägers in Metern). Die Dicke der Platte ist $\delta = 4 + 0{,}09\,l$ in Cm., worin l in Metern angegeben ist.[18] Die Entfernung der Auflagerplatte ist in min. 10 Cm. von der Quaderkante.

Der Maximalauflagerdruck jeden Auflagers ist

$$A = \frac{q\,l}{4} \text{ in Kilogr.}$$

Beträgt s_1 die zulässige Beanspruchung der Materialien per □cm in Kilogr., so muss die gusseiserne Platte, welche auf den Quader drückt, oder der Quader, welcher auf das Mauerwerk drückt, eine Fläche haben von

$$F = \frac{q\,l}{4\,s_1} \text{ in □cm, worin } q \text{ und } l \text{ in Kilogr. und Metern}$$

ausgedrückt sind. Die zulässige Inanspruchnahme für

Granitquader ist . .	$s_1 = 30$	Kilogr. per □cm	bei 20facher Sicherheit.
Elbsandsteinquader .	$s_1 = 20$	- - -	
Klinkermauerwerk .	$s_1 = 15$	- - -	
Bruchsteinmauerwerk .	$s_1 = 10$	- - -	
Ziegelmauerwerk . .	$s_1 = 8$	- - -	

18) Winkler, Gitterträger und Lager gerader Träger. 1. Aufl. p. 236—237.

Den Auflagerquadern kann man nach Launhardt eine Höhe von $30 + 0,33\,l$ in Cm., worin l in Metern ausgedrückt ist, geben.

In den Curven werden die Auflagerquader gewöhnlich in verschiedenen Höhen versetzt und dadurch die Träger geneigt[19]. Die Ueberhöhung der Schienen wird gewöhnlich nach der Centrifugalkraft bestimmt:

$$h = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot r} = 0,153\,\frac{v^2}{r} \quad \text{in Met.}$$

worin s die Schienenentfernung $= 1^m,5$; $g = 9^m,81$; v die Geschwindigkeit der Züge in Met. per Sec. und r den Curvenradius in Met. bezeichnet.

Einige Bahnen wenden die Formel

$$h_1 = \frac{V}{r} \quad \text{in Met.}$$

an, in welcher V die Zuggeschwindigkeit in Kilometern per Stunde und r den Curvenradius in Metern bedeutet.

Tabelle der Schienenüberhöhung.

Radius in Metern. r	Geschwindigkeit in Metern per Sec. v	Geschwindigkeit in Kilomet. per Stunde. V	Ueberhöhung in Millimetern h	Ueberhöhung in Millimetern h_1	Radius in Metern. r	Geschwindigkeit in Metern per Sec. v	Geschwindigkeit in Kilomet. per Stunde. V	Ueberhöhung in Millimetern h	Ueberhöhung in Millimetern h_1
	8,33	30	59	167		8,33	30	18	50
180	12,50	45	133	250	600	12,50	45	35	75
	16,67	60	236	333		16,67	60	63	100
	8,33	30	53	150		8,33	30	15	43
200	12,50	45	119	225	700	12,50	45	34	64
	16,67	60	213	300		16,67	60	61	86
	8,33	30	42	120		8,33	30	13	38
250	12,50	45	95	180	800	12,50	45	30	56
	16,67	60	170	240		16,67	60	53	75
	8,33	30	35	100		8,33	30	12	33
300	12,50	45	80	150	900	12,50	45	27	50
	16,67	60	142	200		16,67	60	47	67
	8,33	30	30	86		8,33	30	11	30
350	12,50	45	68	129	1000	12,50	45	24	45
	16,67	60	121	172		16,67	60	43	60
	8,33	30	27	75		8,33	30	7	20
400	12,50	45	60	113	1500	12,50	45	16	30
	16,67	60	107	150		16,67	60	28	40
	8,33	30	24	67		8,33	30	5	15
450	12,50	45	53	100	2000	12,50	45	12	23
	16,67	60	94	133		16,67	60	21	30
	8,33	30	21	60		8,33	30	4	10
500	12,50	45	48	90	3000	12,50	45	8	15
	16,67	60	85	120		16,67	60	14	20

19) Osthoff, G., Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in Curven etc.: Wochenschrift des österr. Ingen.- und Arch.-Vereins. 1876. Nr. 24, p. 205.

Nach der Ueberhöhung der Schienen und der Spurerweiterung des Gleises, sowie nach der Entfernung der Träger von einander richtet sich die Höhendifferenz der Trägerauflager.

Nach Nördling ist die Spurerweiterung e

Radius in Met.	800 und mehr	$e =$	0	in Millim.
- - -	700	- =	5	- -
- - -	600	- =	8	- -
- - -	500	- =	10	- -
- - -	400	- =	13	- -
- - -	300	- =	15	- -
- - -	200	- =	18	- -

Nach dem § 5 der »Technischen Vereinbarungen« soll in Curven mit Halbmessern unter 1000^{m} die Spurweite im Verhältniss zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrössert werden. Diese Vergrösserung darf jedoch das Maass von 30^{mm} selbst bei einem Halbmesser von 180^{m} nicht übersteigen.

Brücken im Gefälle. — Liegen die Brücken im Gefälle, so kann entweder die gusseiserne Auflagerplatte die betreffende Neigung erhalten, oder dieselbe horizontal gelegt werden, in welch letzterem Falle dann unter die Gurtung eine geneigte Platte genietet werden muss. Letztere Anordnung ist entschieden vorzuziehen.

Um das Schieben der Träger in der Richtung des Gefälles zu verhüten, haben die Oesterreichische Süd- und Nordwestbahn Consolen unter die Gurtung genietet, welche eine Schwelle tragen, die sich gegen die Auflagerquader stemmt (Fig. 19, Taf. XXIX).

§ 8. Construction und Berechnung der Fahrbahn und Fahrbahnträger für Brückthore.

Die Fahrbahn und Fahrbahnträger, unter letzteren die Quer- und Zwischen- (Schwellen-, Schienen-) Träger verstanden, haben den Zweck, die auf den Schienen ruhenden Lasten der Fahrzeuge aufzunehmen und auf die Hauptträger zu übertragen.

A. Holzbrücken. — Die Hauptträger der Holzbrücken legt man gewöhnlich in gleichen Abständen von einander, und zwar so, dass die Schiene in der Mitte über 2 Balken ruht und angenommen werden kann, dass die über derselben rollende Last nur von diesen beiden Balken getragen wird. In der Mitte des Gleises und zu beiden Seiten liegen gewöhnlich gleichfalls Balken zur Unterstützung der Querschwellen, welche bei Entgleisungen Sicherheit gegen das Durchbrechen der Maschine bieten und die Fussstege aufnehmen. Das Gleis liegt direct auf Querschwellen, welche auf den Längsträgern ruhen und mit denselben durch Schraubbolzen von 10—15 Cm. Durchmesser befestigt werden. Die Querschwellen sind gewöhnlich von quadratischem Querschnitt von 15—25 Cm. Stärke, je nach der Belastung und der Trägerentfernung, und liegen entweder dicht, mit einem Zwischenraume von 2—3 Cm. zum Abfluss des Wassers, oder in Entfernungen von 50 bis 80 Cm. In ersterem Falle haben die Schwellen sehr oft einen rechteckigen Querschnitt im Verhältniss von 2 : 3 oder 3 : 4 bei 14—16 Cm. Höhe, und liegen dann mit der breiten Fläche auf den Balken auf; in letzterem Falle müssen Bohlen angewendet werden, um das Begehen der Brücke möglich zu machen. Diese Bohlen werden nun entweder parallel zur Schiene gelegt und dann direct auf den Schwellen mittelst 10—15 Cm. langen schmiedeisernen Nägeln befestigt, oder normal zu derselben und erhalten dann unter sich auf den Hauptträgern Unterlagen von Holz, um die Höhe der Quer-

schwellenoberkante entweder ganz oder bis auf 1 oder 2 Cm. zu erreichen. Die Unterzüge werden auf den Balken mittelst Schraubbolzen und die Bohlen mit ersteren durch Nägel verbunden. Die Stärke der Bohlen ist 4 — 10 Cm. und deren Breite 15 — 25 Cm. Sie werden auch mit einem Zwischenraume von 1 — 2 Cm. verlegt, und öfters an den Kanten gebrochen oder abgedacht.

Die Anordnung mit engliegenden Querschwellen (ohne Bohlen) bietet eine grössere Sicherheit gegen das Durchbrechen der Fahrzeuge bei Entgleisungen, und die Bequemlichkeit, die Schienen ganz beliebig stossen zu können, da der Stoss unter allen Umständen eine Schwelle treffen muss, während die Nachtheile in dem vergrösserten Eigengewichte und den vermehrten Kosten zu suchen sind.

Die Befestigung der Querschwellen auf den hölzernen Hauptträgern geschieht durch Schraubbolzen, bei welchen die Mutter nach oben gelegt wird, um ein bequemeres Anziehen zu ermöglichen. Sehr oft streckt man der Länge nach an beiden Seiten der Brücke eine Langschwelle und verbindet dieselbe mit den Querschwellen durch Schraubbolzen, und bezweckt damit, einen Radabweiser bei Entgleisungen zu schaffen und das Geländer daran bequemer befestigen zu können.

B. Eisenbrücken. — Die Anordnung der Fahrbahn und Fahrbahnträger richtet sich gewöhnlich nach der disponibeln Constructionshöhe, unter welcher die Entfernung zwischen der Unterkante des Hauptträgers und Schienenunterkante verstanden wird. Ist dieselbe eine grosse, so wählt man die billigste Anordnung, die Hauptträger direct unter die Schienen zu legen und überträgt die Last durch Querschwellen (Fig. 16, Tafel XXIX) oder Langschwellen auf die Hauptträger. Ist die Constructionshöhe eine geringe und die Stützweite der Brücke eine grosse, so ruhen die Schienen durch Vermittelung der Quer- oder Langschwellen auf Zwischenträgern, welche die rollende Last mittelst Querträger auf die Hauptträger übertragen (Fig. 14 und 17 Tafel XXIX). Ist die Constructionshöhe ebenfalls eine geringe, dagegen das Verhältniss der Constructionshöhe zur Stützweite der Brücke klein, nicht über $^1/_{18}$ und die Stützweite nicht über $5^m,0$, so wendet man mit Vorliebe gewalzte Doppelt-T-Träger an, von denen für jede Schiene 2 Stück an beiden Seiten derselben angeordnet werden. Die Schiene ruht dann auf Holzklötzen oder einer Langschwelle, welche zwischen die beiden Träger geklemmt werden (Fig. 9, 10, 13 und 18, Tafel XXIX), oder auf kleinen eisernen Querträgern. An Stelle der gewalzten Träger kommen auch Doppelt-T-Träger aus Blech und Winkeleisen zusammengenietet vor. Seit Anwendung des ganz eisernen Oberbaues hat man auch wohl die Schienen mittelst eiserner Unterlagsplatten, welchen die Neigung der Schiene ($^1/_{16}$ oder $^1/_{20}$) gegeben wird, direct auf die Zwischenträger gelegt.

a. Fahrbahn. — Die Fahrbahn der Eisenbrücken ist der der Holzbrücken sehr ähnlich und ist das Nöthigste darüber schon unter A. Holzbrücken gesagt. Es verdient nur noch hervorgehoben zu werden, dass die Befestigung der Querschwellen mit den Haupt- oder Zwischenträgern durch Schraubenbolzen geschieht, welche entweder senkrecht durch Gurtung und Schwelle gezogen werden, oder horizontal durch die Schwelle und 1 oder 2 Winkeleisen, welche eigens dazu auf die Gurtung genietet sind und an der Seite der Schwelle sitzen.

In Frankreich und England werden die Eisenbrücken oft mit Wellenblech oder Buckelplatten abgedeckt, und die Gleisschwellen in eine Kiesbettung gelegt, doch resultirt aus dieser Anordnung ein bedeutend grösseres Eigengewicht der Brücke, und es ist eine gute Abwässerung weit schwieriger zu erreichen. Ein Vortheil liegt jedoch in der grösseren Sicherheit gegen Feuersgefahr im Vergleich zu dem auf

deutschen Bahnen üblichen Bohlenbelag und gegen Unfälle bei Entgleisungen. Da jedoch diese Anordnung in Bezug auf Fahrbahn und Fahrbahnträger mit der der Wegbrücken identisch ist und bei diesen besprochen wird, so bedarf dieselbe hier weiter keiner Beleuchtung.

b. Zwischenträger. — Die Länge derselben beträgt für Brückthore etwa 3—6^m. Sie werden zwischen die Querträger gespannt und mit denselben vernietet, über den Pfeilern jedoch oft direct auf Quadern gelegt. Im letzteren Falle muss man dann zur Berechnung der Grösse der Unterlagsplatte dem resultirenden Auflagerdrucke noch 20 bis 30% für Stösse zusetzen.

Die Zwischenträger werden sehr oft bei Anwendung von Querschwellen nicht senkrecht unter den Schienen angeordnet, sondern nach Aussen etwas versetzt, so dass die Zwischenträger-Entfernung von Mitte zu Mitte etwa 1^m,6 bis 1^m,7 beträgt.

Zum grössten Theil werden dieselben aus gewalztem Doppelt-T-Eisen, bei grösseren Längen als Blechträger construirt, seltener als Fachwerk- oder Gitter-Träger. Zur Bestimmung der Dimensionen dieser Träger sind concentrirte Radbelastungen in Rechnung zu stellen. Es wird die betreffende Locomotive auf die Träger gebracht und untersucht, bei welcher Stellung das grösste Moment resultirt, welches dann unter Benutzung der Gl. 25), 39), 41) oder 42) und 43) direct zur Bestimmung der Querschnittsgrössen dient. Wenn die Schienen ohne Vermittelung von hölzernen Querschwellen direct auf den Zwischenträgern aufruhen, so wird der aus den Locomotiven resultirenden Belastung oftmals 30% für Stösse zugesetzt.

Die Befestigung der Zwischenträger mit den Querträgern geschieht mittelst Anschlusswinkeleisen, welche mit beiden durch Niete verbunden werden. Ist der Auflagerdruck der Zwischenträger Q und der Nietdurchmesser d, so ist, da diese Niete wohl stets als 1schnittige angesehen werden müssen, die erforderliche Anzahl der Anschlussniete nach Gl. 54)

$$mn = \frac{Q}{s \cdot \frac{\pi d^2}{4}}$$

welche Anzahl (der Stösse wegen) oftmals mit 1,5 multiplicirt wird.

Das Gewicht eines Zwischenträgers per laufd. Met. der Brücke ist[20]

$g_1 = 30\,l_1$ in Kilogr. per laufd. Met. Zwischenträger für gewalzte Doppelt-T-Träger,
$g_1 = 15 + 15\,l_1$ - - - - - - Blechträger,
worin l_1 die Länge der Zwischenträger in Metern bedeutet.

c. Querträger. — Dieselben dienen zur Uebertragung der Last auf die Hauptträger, zur Absteifung derselben gegen einander und vertreten sehr oft die Stelle der Verticalen für den Windverband.

Das Gewicht eines Querträgers ist etwa [20]

$g_2 = (90 + 9{,}0\,l_1)\,l_2$ in Kilogr. per laufd. Met. der Querträger für 1gleis. Brücken,
$g_2 = (77 + 7{,}3\,l_1)\,l_2$ - - - - - - - - - 2gleis. -
worin l_1 die Länge der Zwischenträger, oder den Abstand zweier Querträger von einander in Metern und l_2 die Länge der Querträger in Metern bedeutet.

Die Querträger werden entweder aus gewalzten Doppelt-T-Eisen gefertigt (Fig. 11 und 17, Tafel XXIX), oder als Blechträger (Fig. 14 und 15, Tafel XXIX),

---

[20] Winkler, Eiserne Brücken, IV. Heft, Querconstructionen.

als Gitter- oder Fachwerkträger construirt. Die gewalzten Doppelt-T-Eisen kommen als Querträger selten in Anwendung, desto häufiger aber die Blechträger.

Bei der Querschnittsbestimmung sind concentrirte mobile Lasten in Rechnung zu stellen. Sind die Querträger mit den Verticalen, oder der Blechwand, oder mit der oberen Gurtung der Hauptträger vernietet, so beanspruchen sie den unteren Theil der Verticalen oder des Blechs auf Druck, den oberen auf Zug; es ist daher erforderlich, erstere auf Druck zu construiren und letzteres an den Befestigungsstellen der Querträger mit den Hauptträgern durch verticale Г- oder T-Eisen auszusteifen.

Zur Absteifung der Hauptträger mit den Querträgern werden, wenn letztere unter der oberen Gurtung der ersteren liegen, nach oben und nach unten Dreiecksverbindungen ausgeführt (Fig. 17, Tafel XXIX), oder wenn die Querträger sehr hoch über der unteren Gurtung der Hauptträger liegen, in verticalen Ebenen gekreuzte Diagonalen angebracht, welche mit den Hauptträgern und den Querträgern oder den Verticalen des Windverbandes der unteren Gurtung Dreiecke bilden. Auf eine solide Befestigung der Querträger mit den Hauptträgern ist besonderer Werth zu legen.

Die Länge der Querträger l_2 richtet sich nach der Entfernung der Hauptträger von einander. Der Druck, den die Querträger durch die Belastung eines Zwischenträgerstranges erhalten, ist nach Winkler[21]

für die mittleren Querträger $D = \left(1,10 + 0,355\,\frac{l_1}{a}\right)G$ in Kilogr.

- - Endquerträger $D_0 = \left(1.05 + 0,177\,\frac{l_1}{a}\right)G$ - -

wenn l_1 die Länge des Zwischenträgers in Metern, a den Achsstand der Locomotive in Metern und G den Raddruck derselben in Kilogr. bezeichnet. Hierzu kommt noch das Eigengewicht des Zwischenträgers und der darauf liegenden Fahrbahn. Da die Fahrbahn zwischen 150 und 250^k per laufd. Met. Zwischenträger (2 Stück per Gleis) wiegt, so wird aus dem Ausdruck für das Eigengewicht eines Zwischenträgers sammt Fahrbahn (s. p. 553)

$g_I = 30\,l_1 + (150$ bis $250)$ Klgr. per laufd. Met. Zwischenträger für gewalzte Doppelt-T-Träger,

$g_I = 15\,l_1 + (165$ bis $265)$ - - - - - - Blechträger.

Der Gesammtdruck eines Zwischenträgerstranges auf den Querträger ist somit

$D^1 = D + g_I\,l_1$ in Kilogr. für mittlere Querträger, und

$D^1 = D_0 + g_I\,\frac{l_1}{2}$ - - - Endquerträger.

Der Druck, den jeder Hauptträger von jedem Querträger erhält, wenn die Brücke nur 2 Hauptträger besitzt, ist:

$P = D^1 + \frac{g_2\,l_2}{2}$ für mittlere Querträger
$P_0 = D_0^1 + \frac{g_2\,l_2}{2} \cdot 0.7$ für Endquerträger
} für 1gleisige Brücken

und das Doppelte für 2gleisige Brücken.

d. Minimal-Eigengewicht der Fahrbahnträger. — Das geringste Eigengewicht der Querträger und Zwischenträger findet nach Winkler[21] statt, wenn die Länge der Zwischenträger oder der Abstand der Querträger l_1 folgendes Maass hat.

[21] Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV. Querconstructionen.

1) für 1gleis. Brücken:

$l_1 = 1{,}25 \sqrt{l_2}$ in Met. für Zwischenträger aus gewalztem Doppelt-T-Eisen,

$l_1 = 1{,}76 \sqrt{l_2}$ - - - - - Blech.

2) für 2gleis. Brücken:

$l_1 = 1{,}15 \sqrt{l_2}$ in Met. für Zwischenträger aus gewalztem Doppelt-T-Eisen,

$l_1 = 1{,}60 \sqrt{l_2}$ - - - - - Blech.

Alsdann ist dieses Minimalgewicht der Quer- und Zwischenträger nach Winkler[22])

$g = 130 + 39 l_2$ in Kilogr. per laufd. Met. Gleis für 1gleis. Brücken,

$g = 157 + 31 l_2$ - - - - - - - - 2gleis. -

worin l_2 die Länge der Querträger bedeutet.

§ 9. Vorschriften für die Construction ausgeführter Brückthore und Beschreibung solcher.

A. Hölzerne Brückthore. — a. Hölzernes einfaches Sprengwerk. Brücke bei Sehnde in der Lehrte-Hildesheimer Bahn (Fig. 21, Tafel XXX). Der Damm ist $4^m,97$ hoch; die Brücke hat eine Weite von $8^m,76$ im Lichten und $3^m,65$ Durchfahrtshöhe und ist zugleich Fluthbrücke. Es sind 4 Sprengwerke angeordnet, deren Hauptbalken $10^m,52$ lang, $0^m,39$ hoch und $0^m,29$ breit, und deren Spannriegel und Sprengstreben $0^m,29$ auf $0^m,29$ stark sind. Unter den Spannriegeln und über den Sprengstreben sind Windkreuze von $0^m,15$ auf $0^m,17$ Stärke angebracht. Die beiden Ueberzüge haben eine Stärke von $0^m,19$ im Quadrat, und die Hängesäulen, welche je aus 2 Hölzern bestehen, eine solche von $0^m,12$ auf $0^m,17$. Der Belag besteht aus 7 Cm. starken Bohlen, welche zwischen den $4^m,09$ langen, $0^m,22$ breiten und $0^m,19$ hohen Querschwellen liegen. Die Pfeiler sind oben $1^m,31$, unten $1^m,75$ stark. Das Mauerwerk ist für 2 Gleise aufgeführt, der Holzüberbau dagegen nur für 1 Gleis. Das ganze Bauwerk kostete 6600 Mk., demnach per laufd. Meter der Lichtweite 750 Mk.

b. Ein oft vorkommender Fall, dass Weg und Bach durch eine Brückenöffnung unter der Bahn durchgeführt werden, ist durch Fig. 8, 9 und 10, Tafel XXX wiedergegeben, während die Fig. 11 ders. Tafel zeigt, wie man manchmal für Weg und Wasserlauf je eine besondere Oeffnung herstellt.

B. Eiserne Brückthore. — Zu diesen Brücken verwendet Nördling dreierlei Constructionen, nämlich 1) durch gewalzte I-Eisen armirte hölzerne Langschwellen (longrines armées) bis zu Spannweiten von 5^m, — 2) Zwillingsbalken aus 2 Doppelt-T-Trägern (Blech und Winkeleisen) bestehend (poutres jumelles) bis zu 9^m Weite, — 3) über die Fahrbahn ragende Blechbalken mit Consolen (poutres saillantes) für Weiten über 9^m.

1) Armirte Langschwellen und **2) Zwillingsbalken.** Bei den Brücken mit Schwelle zwischen zwei I-Eisen (armirte Langschwellen, longrines armées) und den Zwillings-Blechbalken (poutres jumelles) hat man nur geringe Höhe nöthig, weil man die Schienenoberkante mit der Oberkante des Trägers (Nietköpfe) gleich hoch legen kann (aber nach dem Normalprofil des lichten Raumes nicht tiefer), wobei man, wenn der Schienenkopf nicht über Trägeroberkante oder nicht mehr als $0^m,05$ vorsteht, eine wenigstens $0^m,07$ breite Rille für die Passage der Radflantschen haben und ausserdem den inneren Träger am Ende durch Abmeisseln etwas abrunden muss. Hierfür sind in den »Technischen Vereinbarungen« § 41 in gerader Linie 67^{mm} vorgeschrieben. Liegen derartige Brücken in Curven, so tritt eine Complication ein wegen der Spurerweiterung, wegen des Pfeils der Schiene in der Curve und wegen der Ueberhöhung (s. § 7, p. 550 und 551).

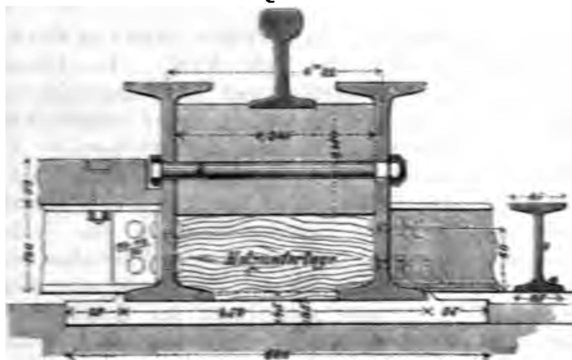
Da bei den armirten Langschwellen (Fig. 11 und 12, Tafel XXIX) die Entfernung der I-Eisen $0^m,32$ von Mitte zu Mitte beträgt, so hat man Spielraum genug für die Spurerweiterung und den Pfeil der Krümmung der Schiene in der Curve, wobei man dieselbe Weite der Rille an den Enden der äusseren Schiene wie in der Mitte der inneren Schiene der Curve anordnet. So lange die Ueberhöhung nicht $0^m,05 - 0^m,06$ überschreitet, kann man sie durch eine um dieses Maass höhere hölzerne Langschwelle herstellen. Für grössere Ueberhöhungen behält die Langschwelle ihre gewöhnliche Dicke von $0^m,15$ (bei $0^m,305$ Breite)

---

22) Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV. Querconstructionen.

und man legt wie bei den Querschwellen Holzklötze von 0m.05 bis 0m,14 Dicke unter, welche von unten mit zwei Nägeln an die Langschwelle befestigt werden. Construirt man nach den Dimensionen der folgenden Tabelle und den auf Seite 550 angegebenen Ueberhöhungen, so wird man finden, dass die für diese Klötze erforderliche Höhe der I-Eisen für alle Fälle nur bei den 0.30 Meter hohen I-Eisen, welche für Brücken bis 5m Weite benutzt werden, vorhanden ist. Bei Lichtweiten von 3 bis 5 Meter muss man in Curven unter 350 Meter Radius für die Langschwellen unter der äusseren Schiene die I-Eisen von 0m.30 Höhe, welche zu der Weite von 5m gehören, anwenden. Für die Langschwellen unter den äusseren Schienen bei Weiten von 2 Meter muss man die I-Eisen, die zu 3m Weite gehören (0m.26 hoch) in Curven unter 800 Meter, und die zu 5m Weite gehören (0m,30 hoch) in Curven unter 350m gebrauchen. Jeder der äusseren Träger vor Haupt wird dabei immer so hoch gemacht wie die Schienenträger an derselben Seite, beide äusseren Träger können also verschiedene Höhe haben (Fig. 12, Tafel XXIX). Die Höhe der Schiene ist hierbei zu 130mm angenommen, die Neigung derselben gegen die Verticale 1/20. Von den etwa 0m.857 entfernten Querverbindungen aus Doppelt-T-Eisen von den in Fig. 33 angegebenen Dimensionen tragen die mittleren der Länge nach gelegten Bohlen von 6 Cm. Stärke, welche mit denselben verschraubt sind. Die anderen Bohlen ausserhalb der Träger sind 8 Cm. stark, liegen quer und ruhen auf den vorspringenden Flantschen der Doppelt-T-Eisen der Hauptträger und äusseren Träger. Für 4 Meter lichte Weite ist zwischen den äusseren und den Hauptträgern nur eine Querverbindung in der Mitte und je eine am Ende angebracht.

Fig. 33.



Die Zwillingsbalken (Fig. 13, Tafel XXIX) unterscheiden sich von den armirten Langschwellen nur dadurch, dass sie wegen der grösseren Spannweite nicht aus I-Walzeisen, sondern aus Blech mit Winkeleisen gesäumt und mit darauf genieteter Lamelle von Flacheisen hergestellt sind. Zwischen zwei Trägern liegt eine 300mm breite, 150mm hohe Langschwelle, welche auf den Verbindungsstegen befestigt wird. Letztere sind aus 6mm starkem Blech mit 4 Winkeleisen von 70 × 70 × 9mm gesäumt hergestellt, oder bei tief liegender Langschwelle (wenn der Schienenkopf nur 10mm über Trägeroberkante liegt) sind bei den niedrigen Trägern nur 2 Winkeleisen von 90 × 90 × 11mm, die horizontalen Schenkel nach oben gekehrt, zum Säumen des Bleches verwendet. Diese Querstege sind in etwa 0m.9 bis 1 Meter Entfernung, nach der Bahnachse gemessen, angebracht. Die Befestigung der Langschwelle geschieht auf jedem Querstege mittelst 2 Schrauben, jede 20mm stark, von denen eine durch das rechte, die andere durch das linke Winkeleisen geht. Die Ueberhöhungen in den Curven werden durch angemessene grössere Höhe des Quersteges zwischen den Doppelt-T-Trägern für die äussere Schiene hergestellt, wobei also die Dimensionen der Langschwelle unverändert bleiben. Die Querverbindungen zwischen den Zwillingsbalken sind in etwa 1m Entfernung angebracht und aus Blech von 6mm Stärke mit 4 Winkeleisen von 60 × 60 × 8mm gesäumt und 200mm hoch hergestellt, auf ihnen liegen 60mm starke Bohlen der Länge nach. Die Querverbindungen sind zwischen den Zwillingsbalken und dem äusseren einfachen Doppelt-T-Träger, der eben so construirt ist wie die vorigen und in der doppelten Entfernung derselben, also in ca. 2m Entfernung liegt, angebracht. Die darüber der Länge nach gelegten Bohlen sind 18mm stark, und ist jede derselben, wo eine Querverbindung getroffen wird, mit dieser verschraubt. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwellen geschieht mit vorgebohrten gewöhnlichen Schienennägeln.

Die Dimensionen der Brücken der Orleansbahn mit armirten Längsträgern und mit Zwillingsträgern sind hier angeführt, um Beispiele von ausgeführten Constructionen zu geben. Es versteht sich, dass man mit armirten Längsschwellen und Doppelt-T-Trägern noch

Tabelle über armirte Langschwellen und Zwillingsbalken.

Spannweite.	Träger.				Winkeleisen.*)	Höhe des Schienenkopfes über Oberkante-Träger.	Höhe der Fahrbahn.**)	Annähernder Preis für den lauf. Meter Fahrbahn, Eisen und Holz.		Bemerkungen.
	Höhe.	Flantsch Breite.	Flantsch Dicke.	Steg-Dicke.				für 2 Gleise rund	für 1 Gleis rund	
Armirte Langschwellen. (Fig. 11 und 12, Tafel XXIX.)	Meter.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.		Meter.	Mark.	Mark.	
$0^m,9 - 2^m$	0,20	130	14	12	—	0,08	0,28	400	200	*) Zur Verbindung des Bleches mit der Lamelle.
$2^m,10 - 3^m$	0,26	130	15	12	—	0,02	0,28	480	240	**) Von Schienen-Oberkante bis Balken-Unterkante.
$3^m,10 - 4^m$	0,26	132	15	14	—	0,02	0,28	650	360	
$4^m,10 - 5^m$	0,30	124	16	16	—	0,00	0,30	730	430	
Zwillingsbalken. (Fig. 13, Tafel XXIX.)		Lamellen-Breite.	Lamellen-Dicke.	Blech-Stärke.						
$5^m - 6^m$	0,33	150	10	8	70 × 70 × 10	0,07	0,40	810	490	Um eine Vergleichung mit gewölbten Constructionen zu machen, muss man bei letzteren noch den Preis der Bahnschwellen hinzusetzen.
$6^m,10 - 7^m$	0,40	150	10	8	70 × 70 × 10	0,01	0,41	850	500	
$7^m,10 - 8^m$	0,48	150	12	8	70 × 70 × 10	0,01	0,49	890	520	
$8^m,10 - 9^m$	0,56	150	13	8	70 × 70 × 10	0,01	0,57	890	530	
Blechbalken mit Consolen. (Fig. 14, Tafel XXIX.)	—	—	—	—	—	0,30	0,60	970	530	

grössere Weiten überbrücken kann, sofern solche nur stark und besonders hoch und lang genug zu erhalten sind.[23]

Doch werden diese Eisen für grössere Längen immer unvortheilhafter, je geringer das Verhältniss der Höhe zur Länge ist, da der Steg meistens dicker ist als er zu sein braucht und das Gewicht unnöthig gross ist. Bei sehr niedrigen Trägern kann, wenn sie auch genügende Tragfähigkeit haben, eine unerwünscht starke Durchbiegung vorkommen, welche ein störendes Heben der Schienen an den Enden der Brücke veranlassen kann.

Die Brücken der Orleans-Bahn haben eine Kiesbettung über den Bohlen, welche, da nicht wie bei englischen Brücken Schwellen in ihr gebettet sind, hier nur den Zweck haben kann, bei etwaigen Entgleisungen die Räder der Fahrzeuge zu tragen und ein Anbrennen der Bohlen zu verhindern, im Uebrigen aber das Eigengewicht der Brücke vermehrt und eine Vergrösserung der Dimensionen der Träger bedingt.

Man kann daher auch beispielsweise Constructionen, wie sie die Normalien für die Hannoverschen Bahnen enthalten und dort bis zu 4^m.5 Weite verwendet werden (Fig. 18, Tafel XXIX), benutzen, bei welchen die Bohlen stark genug sind, um entgleiste Wagen, selbst Locomotiven zu tragen. Der Aussenträger ist hier der Billigkeit halber von Holz angenommen. Die Querstege zwischen den I-Eisen sind von schwachen I-Eisen. Die Langschwellen sind in Längen von 12—17 Cm. durchschnitten und ruhen auf den Flantschen der Doppelt-T-Eisen auf. Sie dienen daher nur zur Befestigung der Schienen durch Hakennägel. Der äussere Träger ist mit der Querverbindung verschraubt, um, wenn das Holz ersetzt werden soll, leicht beseitigt und wieder angebracht werden zu können. Die Dauer des präparirten Eichenholzes kann man indessen zu wenigstens 12—15 Jahren annehmen, da man viele Stellen zum Nageln hat. Ausserdem liegen diese Träger auf einer 24 Cm. breiten Holzschwelle, da man auf den Hannoverschen Bahnen beobachtet hat, dass das Auflagermauerwerk der kleinen Brücken bis zu 10^m durch die schweren Züge gelockert wird. Es empfiehlt sich daher bei Brücken bis zu 10^m Weite diese billige Vorsichtsmaassregel, wodurch die Elasticität des eisernen Oberbaues vermehrt wird und er selbst wie auch die Fahrzeuge weniger durch die Stösse leidet. Eine andere Art der Schienenbefestigung auf zwei rechtwinkelig umgebogenen Winkeleisen, welche die I-Träger verbinden, mit Schrauben, besitzt vor der einfachen Befestigung auf den Schwellen keine Vorzüge, ausserdem fährt sich hart darauf. Die bekannten Nachtheile der Langschwellen, Krummwerden, Werfen etc., finden, abgesehen davon, dass sie hier eingeklemmt sind, bei so geringen Längen sehr selten statt. Auf den Holsteinischen Bahnen hat man zwischen den I-Eisen, die in etwas grösserer Entfernung von einander liegen, Querhölzer gelegt und darauf die Schienen befestigt. Aehnlich ist die Construction eines Brückthors in der Oldenburg-Bremer-Bahn (Fig. 9 und 10, Tafel XXIX), wo gekuppelte Träger von I-Eisen, jedes 301^{mm} hoch, 15^{mm} Stegdicke mit 123^{mm} breiten, 18.5^{mm} dicken Flantschen, und darüber eine Lamelle von 157^{mm} Breite und 18.5^{mm} Dicke genietet, Träger von 8^m,482 Länge bilden, welche ein, normal gemessen 5^m.92 weites Brückthor überspannen. Der Fussweg, an dessem Rande Säulen stehen, theilt die Oeffnung auf etwa $^1/_3$ ab, so dass die Längen von den Auflagermitten gemessen resp. 5^m.474 und 2^m.59 betragen. Die Doppelt-T-Balken sind 517^{mm} von einander entfernt und haben 173^{mm} breite, 148^{mm} hohe Querhölzer in 370^{mm} Entfernung von Mitte zu Mitte zwischen sich. In Abständen von 740^{mm} sind die Doppelt-T-Träger durch Bolzen verbunden, die 19^{mm} stark sind, alle 2^m.22 ist einer dieser Bolzen 37^{mm} stark, geht der Quere nach durch und hat zwischen den gekuppelten Trägern eine aufgesteckte gusseiserne Hülse, um letztere in der nöthigen Entfernung zu halten (Stehbolzen). Die Trägerenden ruhen in gusseisernen Schuhen, welche auf eine 345^{mm} breite, 200^{mm} hohe Mauerschwelle gebolzt sind, die auf dem Mauerwerk aufliegt. Ein Verband gegen Horizontalschwankungen durch diagonale Zugbänder ist nicht vorhanden, doch möchten sich diese ebenso wie ein Festschrauben der Mauerschwelle auf

[23]) Die Burbacher Hütte bei Saarbrücken walzt jetzt I-Eisen von 12^m Länge und 396^{mm} Höhe, einer Flantschbreite von 150^{mm} und mittleren Stärke von 21^{mm}, und einer Stegdicke von 18^{mm}, welche eine Querschnittsfläche von 12858 □^{mm}, ein Trägheitsmoment von 290 323 491 in Millimet. und ein Gewicht von 99 Kilogr. per laufd. Met. besitzen.

dem Auflagerquader gegen etwaige Seitenverschiebungen empfehlen; seitliche Bohlen und Geländer fehlen hier ebenfalls. Die $3^m,428$ hohen gusseisernen Säulen sind oben 200^{mm}, unten 222^{mm} aussen stark und haben $18^{mm},5$ Wandstärke, sie sind mit der über ihnen liegenden Schwelle verschraubt; auf dem Sockelquader stehen sie ohne weitere Verschraubung auf. Statt gusseiserner Säulen wendet man bekanntlich auch schmiedeiserne in solchen Fällen an, welche aus Façoneisen, z. B. 4 U-Eisen an den Ecken durch Winkeleisen verbunden, aus zusammengenieteten T-Eisen etc. in den verschiedenen Formen hergestellt werden und gegen Stösse mehr Sicherheit bieten.

3) Blechträger mit Consolen (Fig. 14 und 15, Tafel XXIX). — Die Distanz von der Mitte der Schiene bis zur Mitte des Blechträgers ist auf der Orleansbahn zu wenigstens $0^m,70$ vorgeschrieben, wobei die Oberkante des Trägers $0^m,30$ über Schienenoberkante sich befindet. Genügt dies in Curven nicht, weil die Spurerweiterung und der Pfeil der Krümmung mehr verlangen, so wird die Entfernung der Träger vermehrt. In dem Beispiel Fig. 15 sind 3 Meter angenommen. Auf deutschen Bahnen kommt wieder das Normalprofil in Frage. Die Ueberhöhung wird dadurch herbeigeführt, dass man den Längsträger unter der äusseren Schiene höher macht; die Trottoirs bleiben in gleichem Niveau.

Um bei schiefen Brücken jeden Blechträger symmetrisch rechts und links von seiner Mitte zu haben, wobei die Theilung des auf Consolen befestigten Geländers mit den Querträgern zusammenfällt, muss ein gewisses Verhältniss bei vorhandener Schiefe zwischen der Entfernung l der Hauptträger und der Entfernung m der Querträger vorhanden sein, so dass man erhält $l \tang \alpha = y\, m$, wo α der Winkel ist, welchen die Achse des Weges und eine Normale auf die Bahnachse mit einander machen und y irgend eine gerade oder ungerade Zahl darstellt. Hierbei hat man es in der Hand, die Spannweite, m und auch α etwas zu ändern, um den Zweck zu erreichen. Für Zwillingsbalken beträgt m von $0^m,9$ bis 1^m, für die vorliegenden Blechbalken $1^m,75$ bis 2 Meter. Man wird sich bemühen, dem grössten dieser Werthe nahe zu kommen.

Es ist selbstredend, dass wenn man bei reichlich vorhandener Höhe noch Blechträger anwenden will, man die Fahrbahn über diese Träger legen wird, wodurch die Construction des eisernen Ueberbaues erheblich vereinfacht und daher leichter wird (Fig. 16, Tafel XXIX). Man legt dann die Hauptträger unter die Schienen oder jeden um einige Centimeter weiter nach aussen, um mit der Schraube, welche zur Befestigung der Bohlen auf den Trägern dient, weiter vom Schienenfuss ab zu kommen. Oben an den Trägern werden im Winkel gebogene Lappen an der Aussenseite festgenietet, durch welche die erwähnte Schraube geht und jede dritte Bohle befestigt. Die Bohlen sind $0^m,15$ stark und bilden ein sicheres Plateau, um etwa entgleiste Wagen zu tragen. An ihren Enden ist je eine Langschwelle, $0^m,20$ im Quadrat stark, übergelegt und mit jeder Bohle verschraubt, welche Langschwelle zugleich zur Befestigung des Geländers dienen kann. Die Schienen sind mit etwas abgekürzten Hakennägeln befestigt. Die Bohlen haben eine möglichst grosse Breite bis zu etwa 30 Centimeter und liegen des besseren Abtrocknens halber mit 2 Centimeter Zwischenraum. Will man nicht, wie es auf französischen Bahnen, auch in England mehrfach gebräuchlich ist, Kies auf den Bohlenbelag bringen, so wird man die als Muster vorgeführten Constructionen leicht abändern können und dabei Querbohlen den nach der Länge gelegten vorziehen, weil letztere bei etwaigen Entgleisungen leichter durch die Radflantschen zerschnitten werden können. Eine solche Construction aus den Normalien der Hannoverschen Bahnen zeigt Fig. 17, Tafel XXIX und man kann, wie punktirt angegeben, wenn es gewünscht wird, obgleich man dies bei Brücken geringer Länge ersparen kann, mit leichten eisernen Consolen, die jedem Querträger gegenüber auskragen, ein Trottoir anbringen.

Die Tabelle[24]) (S. 560) giebt die Eisengewichte der Hannoverschen Constructionen Fig. 16, 17 und 18, Tafel XXIX. Derartige Brücken können jetziger Zeit für etwa 35 Mark per 100 Kilogr. Schmiedeisen und 22 Mark per 100 Kilogr. Gusseisen hergestellt werden,

---

[24]) Collectaneen über einige zum Brücken- und Maschinenbau verwendete Materialien etc. von v. Kaven. Hannover, Schmorl und v. Seefeld. 1869, p. 42 etc., auch in Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1868 abgedruckt.

incl. der Gerüste und Kosten für die Aufstellung und frei Baustelle, auch bei grösserem Eisenbahntransporte von der Fabrik her. Diese Gewichte können auch für die Dimensionsberechnungen anderer Constructionen zu Grunde gelegt werden. Das Gewicht des hölzernen Bohlenbelags, oder der Querschwellen und des Bohlenbelags, der Schienen und des Kieses wie des Geländers, wenn man es anwenden will, ist in jedem Falle leicht zu ermitteln oder auch wie die mobile Belastung für Eisenbahnbrücken aus den Tabellen und Erläuterungen in § 3 zu entnehmen.

Tabelle der Gewichte für die Constructionen
(Fig. 16, 17 und 18, Tafel XXIX).

Der Rechnung zu Grunde gelegte mobile Last per laufd. Meter. Kilogr.	*C* Lichte Weite in Metern.	*L* Ganze Länge des Trägers. Meter.	System Tafel XXIX.	Totalgewicht. Schmiedeisen. Kilogr.	Totalgewicht. Gusseisen der Auflager. Kilogr.
18830	1,17	2,05	Fig. 16	570	243
	1,17	2,12	- 17	404	278
14040	1,75	2,70	- 16	703	243
	1,75	2,70	- 17	629	278
11300	2,34	3,40	- 16	1057	263
	2,34	3,40	- 17	763	278
10790	2,92	3,80	- 16	1224	260
	2,92	3,80	- 17	1110	278
10790	3,51	4,38	- 16	1796	263
	3,51	4,38	- 17	1352	278
10790	4,38	5,26	- 16	2895	257
	4,38	5,48	- 17	2109	248
10270	5,26	6,43	- 18	3770	248
	5,26	6,43	- 17	2457	248
9590	6,13	7,30	- 18	4887	248
	6,13	7,30	- 17	3078	248
8730	7,30	8,47	- 18	5498	290
	7,30	8,47	- 17	4222	298
8050	8,76	9,93	- 18	7463	290
	8,76	9,93	- 17	5839	298
7360	10,22	11,98	- 18	9306	505
	10,22	11,98	- 18	8882	505
	10,22	11,98	- 17	8071	505
6680	11,68	13,43	- 18	10686	505
	11,68	13,43	- 17	9429	505

§ 10. Construction und Berechnung der Fahrbahn und Fahrbahnträger für Wegbrücken. — Die Fahrbahn der Wegbrücken ist in Deutschland durchaus verschieden von der der Brückthore.

A. Holzbrücken. — Fast nur bei Hängwerken, selten bei Sprengwerken, fast gar nicht bei freitragenden Balkenbrücken werden Quer- oder Zwischenträger angewendet. Beide kommen als rechteckige oder quadratische Balken vor, und werden erstere bei Hängwerken unter die Hauptträger gehängt, bei den Sprengwerken und freitragenden Balken auf dieselben gelegt und mit denselben verbolzt. Die Zwischenträgerbalken liegen stets auf den Querträgern.

Die Fahrbahn besteht entweder aus einfachem oder doppeltem Bohlenbelage, oder aus einfachem Bohlenbelag mit daraufgeschüttetem Kiese oder Schotter, oder

einer Lage von Sand und Stein-, oder Holz-Pflaster. Da diese Fahrbahnconstructionen auch bei den Eisenbrücken vorkommen, so sollen dieselben dort (unter B dieses §) näher beschrieben werden.

B. Eisenbrücken.

a. Fahrbahn der Wegbrücken. — Bei der Fahrbahn der Wegbrücken unterscheidet man nach Winkler[25]) die Brückendecke und die Fahrbahntafel.

1) Die Brückendecke der Fahrbahn für Wegbrücken kann aus Holz, Stein, Beton und Asphalt bestehen.

Der **einfache Bohlenbelag** (Brückenstreu) wird nur bei kleinen Wegbrücken und auch nur dann, wenn die Frequenz des Weges eine äusserst beschränkte ist, angewendet, da dieser einfache Belag sehr schnell abgefahren wird. Die Stärke der Bohlen richtet sich nach dem Raddrucke und der freitragenden Weite derselben, und beträgt etwa 10 — 15 Cm.[25]). Die Zerstörung des Holzbelags wird theils durch die Fuhrwerke, theils durch die Witterung herbeigeführt, und ist es daher bei wenig benutzten Wegen entschieden vorzuziehen, den Belag nur aus einfachen Bohlen herzustellen, bei welchen die Nutzlast den geringsten Beitrag zum Verderben des Holzes liefert. (Bei grosser Frequenz des Weges ist es jedoch rationeller, eine doppelte Bohlenlage anzuwenden.) Die Fahrbohlen werden stets normal zur Fahrrichtung mit höchstens 5^{mm} Zwischenraum verlegt und mit den Trägern verschraubt. Der einfache Belag besteht gewöhnlich aus Eichen-, nicht selten jedoch aus Nadelholz.

Der **doppelte Bohlenbelag** wird grösstentheils derartig verlegt, dass die unteren Bohlen, welche aus Nadelholz bestehen und den ganzen Raddruck allein ohne Hülfeleistung der oberen Bohlen zu übernehmen haben, einen Zwischenraum von etwa 2 Cm. erhalten, und beide Belage sich mit den Fugen decken. Die oberen, gewöhnlich aus Eichenholz bestehenden Bohlen sind schwächer als die unteren, haben etwa 5 — 7 Cm. Stärke, und sind der Abnutzung durch die Räder allein unterworfen. — Bei Berechnung des unteren Belags nimmt man gewöhnlich an, dass der obere nichts zu tragen vermöge, dass der obere Belag die Fugen des untern decke, und dass zwei neben einander liegende untere Bohlen Eine Radbelastung aufzunehmen hätten, vorausgesetzt, dass die Spurweite der Wagen, welche zwischen $1^m,3$ und $1^m,5$ wechselt, im Mittel zu $1^m,4$ anzunehmen ist, nicht kleiner sei, als die freitragende Länge des unteren Belags. — Nach Winkler[25]) wiegt das Nadelholz im durchnässten Zustande $9d$ und das Eichenholz $10d$ in Kilogr. per $\square^m$, wenn mit d die Dicke des Belags in Cm. bezeichnet wird. Diese Stärke wird berechnet nach der Formel

$$d = \sqrt{\frac{75\,G\,.\,l}{s\,.\,b}} = 1{,}12\sqrt{\frac{G\,.\,l}{b}} \text{ in Cm.}$$

wenn G der Raddruck in Kilogr., l die freitragende Länge der Bohlen in Metern, b die Bohlenbreite in Cm. und s die zulässige Beanspruchung des Nadelholzes zu 60 Kilogr. per $\square^{cm}$ bezeichnet.

Das **Holzpflaster** findet in Städten häufig Anwendung und hat den Vorzug des geringen Gewichts und der elastischen Uebertragung des Raddruckes. Dasselbe besteht aus Eichenholz, mit dem Hirnholz nach oben und unten, und wird auf starken, aber schmalen Nadelholzbohlen, welche einen Zwischenraum von 1 — 2 Cm. zur Wasserabführung erhalten, oder auf Eisenplatten verlegt. Die Klötze werden in der Fahr-Richtung in Verband gesetzt und müssen nach allen Seiten einen

[25]) Dr. E. Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV, Querconstructionen p. 20 u. f.

so grossen mit Sand ausgefüllten Zwischenraum erhalten, dass sie sich bei Regenwetter ausdehnen können. Die Befestigung der Klötze erfolgt entweder mit dem unteren Belag durch seitlich schräg eingeschlagene Nägel oder durch seitlich angebrachte Dübel unter einander. Gewöhnlich haben die Klötze gleiche Seiten von etwa 16 Cm. Länge, doch ist auch manchmal die Höhe eine grössere. Das Gewicht der Holzklötze ist nach Winkler[26]) ungefähr $11d$ Kilogr. per □^{m}, wenn d die Höhe in Cm. bedeutet. Auf sehr frequenten Strassen nutzte sich nach Winkler[26]) dieses Pflaster jährlich um 3—5^{mm} ab. Bei der Berechnung der Stärke des Belags ist nur die untere Bohlenlage als tragend zu berücksichtigen und eine Vertheilung des Druckes durch die Klötze nicht anzunehmen. — In neuester Zeit hat man die Zwischenräume der Holzklötze mit Cement, Asphalt etc. ausgefüllt, auch die Klötze selbst mit Oel getränkt oder dieselben imprägnirt.

Eine **Beschotterung** der Wegbrücken wird sehr oft angewendet und hat den Vortheil der grossen Billigkeit und der grösseren Druckübertragung, aber den Nachtheil des grossen Gewichts (s. Tabelle p. 535). Da die Beschotterung nur ausgebessert, nie aber eine von Grund aus neue Decke aufgebracht wird, so wird die Unterlage der Beschotterung niemals blosgelegt. Es ist daher eine von oben stattfindende Untersuchung der Unterlage nicht möglich, was namentlich bei Holzbohlen als Unterlage von Nachtheil sein kann. Die Beschotterung erhält seitwärts eine hölzerne oder eiserne Randschwelle, um dieselbe festzuhalten. — Das Gewicht der Beschotterung ist etwa $20d$ in Kilogr. per □^{m}, worin d die Stärke derselben in Cm. bezeichnet. Die Druckübertragung durch den Schotter auf die Unterlagen ist nach Winkler[26]) pro Rad $= (10 + 1{,}5d)^2$ in □^{cm}, worin d die Schotterdicke in Cm. bezeichnet.

Beton ist anstatt des Schotters öfters zur Anwendung gekommen, und zwar 1) Cementbeton, aus Cementmörtel und Schotter gebildet, 12—18 Cm. stark, über welchem, da der Cementbeton der Zerstörung durch die Räder wenig Widerstand leistet, eine Asphaltschicht von 2,5—4 Cm. Dicke aufgebracht wird; 2) Asphaltbeton, aus einer Mischung von Asphalt und Schotter bestehend, welcher eine Dicke von 12—20 Cm. erhält; 3) Theerbeton, aus Steinkohlentheer, Pech, Schotter und Sand zusammengesetzt und in einer Stärke von 10—18 Cm. ausgeführt[27]).

Das **Steinpflaster**, aus dem härtesten, widerstandsfähigsten Materiale gefertigt, ist jedenfalls die dauerhafteste Brückendecke. Die Steine erhalten eine Höhe von 15—20 Cm. und eine rechteckige oder quadratische Oberfläche von 10—20 Cm. Seitenlänge und werden in eine Kiesbettung von 8—15 Cm. Dicke gesetzt. Das Gewicht des Pflasters beträgt nach Winkler[26]) per □^{m} $25d + 19d_1$ in Kilogr., worin d die Pflastersteinhöhe und d_1 die Höhe der Sandschicht, beides in Cm. bedeutet. Das Steinpflaster wird wie das Holzpflaster in der Fahrrichtung in Verband gesetzt, und erhält wie die Schotter- oder Betondecke in der Mitte eine Wölbung zum schnellen Abfluss des Wassers. Eine Druckübertragung findet nur durch die unteren Sandschichten statt, welche auf Holz- oder Eisenbelag oder auf einem Steingewölbe ruhen kann.

2) Die Brückentafel der Fahrbahn für Wegbrücken. — Dieselbe wird entweder aus Holz, Gusseisen, Schmiedeisen oder aus Stein hergestellt.

[26]) Dr. E. Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV. Querconstructionen, p. 20 u. f.

[27]) Ueber Anwendung von Theerconcret zur Abdeckung von Brücken mit hölzernem Oberbau von Röbbelen. Zeitschr. d. hannov. Arch.- und Ingen.-Ver. Band II, 1856, p. 152—155. Abbild. und Kostenangaben.

Die **hölzerne Brückentafel** besteht entweder aus Nadelholz-Bohlen von 8 bis 15 Cm. Stärke (s. p. 561, die Brückendecke) oder aus stärkeren Hölzern, welche stets der Länge nach normal zur Fahrrichtung auf die Träger gelegt und mit denselben verschraubt werden. Häufig sind nicht alle Bohlen (oder Hölzer) auf den Trägern befestigt, sondern nur abwechselnd jede 2. oder 3., es ist dann nöthig, die losen dadurch vor dem Verschieben zu schützen, dass man dieselben durch darüber genagelte Flacheisen oder Bohlen mit den festen verbindet. Die Dicke der Bohlen ist, wenn mit G der Raddruck in Kilogr., a die freitragende Länge der Bohlen von Unterlager zu Unterlager in Cm., b die Bohlenbreite in Cm., s die zulässige Beanspruchung des Holzes (60) in Kilogr. per $\square^{cm}$ bezeichnet:

$$d = \sqrt{\frac{3\,G\,.\,a}{2\,.\,s\,.\,b}} = 0{,}16\sqrt{\frac{G\,.\,a}{b}} \text{ in Cm.}$$

Es verhalten sich also die Stärken zweier Bohlen wie die Quadratwurzeln der Radbelastungen, oder wie die Quadratwurzeln ihrer freitragenden Länge, oder umgekehrt wie die Quadratwurzeln ihrer Breiten. — Liegt eine Schotter-, Kies- oder Sandschicht auf den Bohlen, so wird sich der Raddruck nach § 10, p. 562 vertheilen und ist unter Berücksichtigung der Vertheilung die Dicke der Brückentafel zu berechnen.

Das Gewicht des Holzes ist p. 561 zu $9d$ für Nadelholz, und zu $10d$ in Kilogr. per $\square^{m}$ für Eichenholz angegeben.

Gusseisenplatten sind häufig in Anwendung gekommen[28]) und widerstehen der Nässe besser als solche von Holz und Schmiedeisen. Sie kommen stets in rechteckiger Form vor und sind entweder an 2 oder 4 Seiten unterstützt. Die erstere Unterstützung erfordert zwar stärkere Platten, aber eine geringere Anzahl der Unterlagen, ist auch genauer auszuführen und im Ganzen zu empfehlen. Die Form der Platten ist verschieden und es wechselt deren Länge zwischen $0^{m},5$—$2^{m},0$. Das Gewicht derselben beträgt nach Winkler[29]) $g = 100 + 0{,}13\,G\,.\,a$ in Kilogr. per $\square^{m}$, wenn mit G der Raddruck in Tonnen und a die freitragende Länge der Platten in Cm. bezeichnet wird.

Das **Schmiedeisen** kommt als Brückendecke in vielen Formen vor und zwar als Omega-, Winkel- und T-Eisen, als Wellenblech, Hängeblech, Buckelplatten und Blechgewölbe, auch hat man Vautherin-Schwellen und Zoreseisen verwendet. Ist wieder G der Raddruck in Tonnen und a die freitragende Weite in Cm., so ist das Gewicht in Kilogr. per $\square^{m}$ Brückentafel nach Winkler[29]) für

T-Eisen . . .	$g = 71 + 0{,}271\,G\,.\,a$	Wellenblech . .	$g = 15 + 0{,}184\,G\,.\,a$
Brückschienen .	$g = 78 + 0{,}300\,G\,.\,a$	Hängeblech . .	$g = 31 + 0{,}056\,G\,.\,a$
Barlowschienen .	$g = 44 + 0{,}165\,G\,.\,a$	Blechgewölbe . .	$g = 38 + 0{,}068\,G\,.\,a$
Vautherinschwellen	$g = 33 + 0{,}125\,G\,.\,a$	Stehende Buckelpl.	$g = 21 + 8{,}0\,G$
Zoreseisen . .	$g = 32 + 0{,}121\,G\,.\,a$	Hängende -	$g = 18 + 7{,}0\,G$

Bei den Buckelplatten ist vorausgesetzt, dass die lichte Pfeilhöhe gleich $^1/_{10}$ der lichten Weite des Buckels ist. Das Trägheitsmoment des Wellenblechs ist nach Winkler: $T = \left(0{,}11 + 0{,}16\,\frac{h}{b}\right) b\,h^2\,\delta$, wenn mit b die Länge einer Welle in Cm.,

---

28) Vergl. die Unterspreebrücke in Berlin. Berlin. Bauzeitung. 1866, p. 264. Abbild. Die kurze und lange Oderbrücke in Breslau. Dieselbe Zeitschr. 1868, pag. 157—174. A. Notizen über neuere Brückenbauten in England, von Tellkampf. Zeitschr. des hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Band III. 1857, p. 174. Abbild.

29) Dr. E. Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV, Querconstructionen p. 20 u. f.

mit h die ganze Höhe in Cm. und mit δ die Blechdicke in Cm. bezeichnet wird. Das Gewicht ist dann $g = 102\,\delta$ in Kilogr. per □m, wenn $h = 0{,}35\,b$ ist. Gewellte Bleche werden neuerdings sehr häufig angewendet. Auf einigen Brücken haben dieselben eine Dicke von 3mm (bis 6mm) und die Wellen sind nach einem Kreisbogen von 48mm Halbmesser gebogen, haben 28mm Pfeil, die Entfernung der oberen Wellenscheitel beträgt zwei Mal 68mm, über den Wellen ist eine Kies-, Schotter- oder Betonschicht angebracht von etwa 110mm bis 150mm Stärke. Die gewellten Bleche liegen gewöhnlich quer über Balken aus Doppelt-T-Eisen, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 0,67 Meter beträgt und deren Höhe und Gewicht für Brücken von 3 Meter bis 8 Meter Spannweite zwischen 175—300mm und 24—54 Kilogr. per laufd. Meter eines Trägers schwanken [30])

Schmiedeiserne Gewölbe bei Brückenbahnen, aus Platten mit sehr geringem Pfeil, kommen seltener vor, dagegen werden seit längerer Zeit Mallet's gebuckelte Platten vielfach angewendet.[31]) Dies sind Blechplatten von z. B. 6mm Dicke, 1m,2 bis 1m,8 im Quadrat und mit 50mm resp. 80mm Pfeil, welche die Form eines flachen Klostergewölbes und horizontale Ränder haben, mittelst deren sie auf die netzförmig gelegten Träger aufgenietet werden. Sie besitzen grosse Festigkeit und gewähren der Fahrbahn grosse Seitensteifigkeit. Sie werden mit Schotter oder Beton überdeckt, und darüber kommt Mac-Adam, Theerconcret oder Pflaster, auf einigen englischen Brücken findet sich über ihnen ein leichter Concret von Korkabfällen und Asphalt und darüber Holzpflaster.[32])

Die schmiedeiserne Brückendecke hat den Vortheil der leichten Befestigung durch Niete und der Sicherheit gegen Stösse. Um das Rosten zu verhindern, wird das Schmiedeisen oft verzinkt, häufiger jedoch mit einer Asphaltdecke, oder mit einem Asphalt- oder Theer-Anstrich versehen. Für gute Abwässerung muss gesorgt werden.[33])

Zu **steinernen Gewölben** als Brückentafel nimmt man in der Regel Ziegel, welche zwischen guss- oder schmiedeiserne Träger gespannt werden. Die Kämpfer bestehen in der Regel aus Eisen, welchen die schräge Fläche der Gewölbfuge beim Giessen oder durch vernietete Bleche gegeben wird. Zur Erzielung eines geringeren Eigengewichts wendet man häufig Hohlziegel an. Auch Gewölbe aus Cementbeton sind in Gebrauch gekommen. Die Kappen spannt man entweder parallel zur Fahrrichtung (wie die Gewölbe bei massiven Brücken), was wohl das Rationellste ist, und bedarf dann der Zwischenträger nicht, oder normal dazu und muss dann Quer- und Zwischenträger anwenden. Bei ersterer Art müssen die äussersten Kappen gegen die letzten Querträger und nicht etwa gegen das Widerlager sich lehnen, damit der eiserne Ueberbau von dem Steinunterbau unabhängig ist und weil der Ueberbau bei Temperaturveränderung seine Länge ändert. Eine Diagonalaussteifung ist bei Gewölben nicht mehr erforderlich. Die Kappen müssen mit Cement oder Asphalt überdeckt sein,

---

[30]) Types de ponts vicinaux métalliques du Département de l'Indre par Legrand. Nouv. Annales XIV. 1868, p. 62—63. Abbild. und Kostenanschläge.

Belastungsproben mit gewelltem Bleche auf dem Dillinger Hüttenwerke bei Saarbrücken. Wochenbl. des Berliner Archit.-Vereins III, 1869, p. 148.

[31]) Mallet's gebuckelte Platten, deren Anwendung, Tragfähigkeit und Kosten im Wochenblatt des Berl. Arch.-Ver. II, 1868, p. 277 u. 278. A.; deren Anwendung zu Strassenbrücken, daselbst I, p. 220 u. 338, in Anwendung zu Gladbach und Saarbrücken.

[32]) Chelsea bridge. Civil Eng. and Arch.-Journal 1864. Nov. I. Auch daselbst: The wrought iron road bridge of the Charing Cross railway by Parkes. Aug. and Sept. I. 1865.

[33]) Dr. Fränkel, Construction und Berechnung von Fahrbahnen für eis. Strassenbrücken. Zeitschr. für Bauwesen v. Erbkam, 1868, p. 175—202.

damit die Niederschläge nicht eindringen können, und stets eine gute Abwässerung erhalten. Die Nachtheile dieser Construction bestehen in dem grossen Gewichte (s. § 3, Tabelle p. 535). Die Spannweite der Gewölbe ist etwa $1^m,0—2^m,0$ bei $1/5$ bis $1/20$ Pfeil. Nach Winkler[34] ist die Stärke des Gewölbes auszudrücken durch die Formel:

$$d = \frac{0,002}{h} \left[Gl + \sqrt{G.l\,(490\,h^2 + Gl)} \right] \text{ in Metern,}$$

wenn G der Raddruck in Tonnen, h die Pfeilhöhe in Metern, l die Spannweite in Metern bezeichnet, und die Länge b, auf welche sich der Raddruck vertheilt, zu $0^m,5$ angenommen ist. Das Gewicht des Gewölbes ist nach Winkler $g = 0,08 + 0,08\,G + 0,04\,G.l$ in Tonnen per $\square^m$.

Steinplatten, welche an 2 oder 4 Seiten unterstützt sind, finden häufig Anwendung. Die Fugen werden in der Regel mit einem Theer- oder Asphaltmörtel ausgefüllt und die ganze Decke damit übergossen. Die Grösse der Auflagerplatten ist etwa $0,75-1^m,00$ im Quadrat und es bestimmt sich die Stärke nach Winkler[34])

der 2seitig unterstützten Platten $d = \sqrt{\frac{3\,G}{2\,s}}$ in Cm.

- 4seitig - - $d = \sqrt{\frac{9}{8} \cdot \frac{G}{s}}$ - -

worin G der Raddruck in Kilogr., l die Spannweite und l_1 die Breite der Platten gleich gross ist und s die zulässige Beanspruchung der Steinplatten auf Zerbrechen in Kilogr. per $\square^{cm}$ bedeutet. Nach Bauschinger[35]) ist die zulässige Beanspruchung der verschiedenen Steinsorten auf Bruch bei 10facher Sicherheit für

weichen Sandstein . .	$s = 3$	Kilogr. per $\square^{cm}$
Dolomit	$s = 5$	- - -
Molasse-Sandstein . .	$s = 6$	- - -
Jura- und Muschel-Kalk	$s = 7$	- - -
harten Sandstein . . .	$s = 8$	- - -
Trachit	$s = 12$	- - -
Granit	$s = 17$	- - -
Diorit	$s = 21$	- - -
Glimmerschiefer	$s = 25$	- - -

Das spec. Gewicht der Steine schwankt zwischen 2,0 für die wenig festen und 2,8 für die festen. Das absolute Gewicht der Platten ist nach Winkler[34]) etwa

$g = 0,14 + 0,056\,G$ in Tonnen per $\square^m$ für spec leichte
$g = 0,20 + 0,082\,G$ - - - - - - schwere

Steine (G der Raddruck in Tonnen). — In Hannover hat man auf Chausseebrücken die zwischen Quer- und Längsträger sich bildenden Fächer von nahezu $1^m,1$ im Quadrat mit Sandsteinplatten von 122^{mm} Stärke abgedeckt und die $4^m,2$ breite Fahrbahn mit Theerconcret in der Mitte 170^{mm}, an den Bordsteinen 97^{mm} stark versehen, ebenso die Trottoirs mit Steinplatten von 97^{mm} Dicke bedeckt.[36]) Aehnlich sind Eisenbahnbrücken auf der Chatham-Dover Bahn mit Querträgern von Doppelt-T-Eisen, welche in etwa $0^m,75$ Entfernung liegen, versehen und zwischen diesen Querträgern

[34]) Dr. E. Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV, Querconstructionen, p. 20 u. f.

[35]) J. Bauschinger, Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. polytechnischen Schule in München. 1874.

[36]) Beschreibung des eisernen Oberbaues der Chausseebrücke über die Ise bei Gifhorn und der daselbst mit Steinplatten angestellten Zerdrückungsversuche, von Quantz. Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Band XIV. 1868, p. 52—72. Abbild. und Kostenangaben.

sind starke Schieferplatten angebracht, worüber Kies geschüttet ist, in dem die Bahnschwellen liegen. Diese Construction würde sich auch für Wegbrücken eignen.

b. Die Bahn der Fusswege für Wegbrücken.

Bohlen von 5 bis 8 Cm. Stärke, welche entweder quer oder längs der Brücke gelegt werden, wendet man sehr häufig an, und befestigt sie entweder auf die besonders für die Fusswege angeschraubten Consolen, oder auf die Holz- oder Eisenträger. Zur Berechnung der Bohlendicke wird angenommen, dass etwa auf $0^m,5$ Länge 1 Mann mit Gepäck 70^k schwer, stehen wird. Dafür kann incl. Eigengewicht der Bohle nach Winkler[37]) gerechnet werden per laufd. Meter Bohlen 170 Kilogr., und es ergiebt sich dann die Stärke derselben zu

$$d = 0,15 \frac{l}{\sqrt{b}} \text{ in Cm.}$$

wenn l die freitragende Länge der Bohle in Cm. und b die Bohlenbreite in Cm. bedeutet.

Das **Guss- und Schmiedeisen** findet gleichfalls zu Fusswegen Verwendung und zwar in derselben Form wie zu der Fahrbahn. Die schmiedeisernen Formeisen haben nach Winkler[37]) ein Gewicht von etwa 34 Kilogr. per $\square^m$, das Wellenblech von $102\,\delta$ Kilogr. per $\square^m$ (δ die Dicke des Blechs in Cm.) und die Hängebleche, Blechgewölbe und Buckelplatten von 32 Kilogr. per $\square^m$.

Auch **Steinplatten** kommen nicht selten bei Fusswegen vor, und erhalten dann eine Stärke von

$d = 10\,l$ in Cm. für Platten von geringer Festigkeit
$d = 4\,l$ - - - - - grosser -

worin l die freitragende Länge in Metern bedeutet. Man wird jedoch auch den festen selten eine geringere Stärke als 8 Cm. geben. Das Gewicht der Platten schwankt zwischen $120\,l$ und $200\,l$ Kilogr. per $\square^m$ (l in Met.).

Hier dürfte der Ort sein, die bei praktischen Ausführungen benöthigten specifischen Gewichte einiger Baumaterialien anzuführen:

1. Schmiedeisen	7,7
2. Gusseisen	7,2
3. Quader, a) aus Granit	2,7
b) - Kalkstein	2,6
c) - Sandstein	2,4
4. Mauerwerk, a) aus Bruchsteinen	2,2—2,4
b) - Ziegeln	1,6
5. Der Körper einer Steinpflasterbahn ohne deren Unterbettung:	
a) aus behauenen natürlichen Steinen	2,4
b) - Klinkern	2,1
6. Sandbettung	1,8
7. Erdschüttung	1,6
8. Der Körper einer Steinschlagbahn	2,0
9. Eichenholz	0,8
10. Nadelholz	0,6
11. Cement	2,8—3,0
12. Blei	11,4
13. Zink	7,0
14. Zinn	7,3

37) Dr. E. Winkler, Eiserne Brücken, Heft IV, Querconstructionen, p. 20 u. f.

c. Zwischenträger für Wegbrücken.

Dieselben erhalten im Allgemeinen die gleiche Construction, wie die der Brückthore, nur wird ihre Entfernung von einander eine geringere sein, da dieselbe in den meisten Fällen abhängig ist von der Construction der Brückentafel. Zur Berechnung der Zwischenträger genügt es nach Winkler (Querconstr. p. 117), das Gewicht der Brückentafel und Brückendecke zu $390 + 20\, G.c$ in Kilogr. per $\square^{m}$ und für Brückentafel, Brückendecke und Zwischenträger zu $410 + 24\, G.c$ in Kilogr. per $\square^{m}$ anzunehmen, wenn mit G der Raddruck in Tonnen, und mit c der Abstand der Zwischenträger in Metern bezeichnet wird. Das Gewicht der Zwischenträger in Kilogr. per laufd. Met. ergiebt sich für I-Träger zu $g = 21 + 5{,}6\, \frac{M}{s}$,

und für Blechträger zu $g = 18 \sqrt{\frac{M}{s}}$, wenn mit M das Maximalmoment in Kilogr.-Met. und mit s die zulässige Beanspruchung in Kilogr. per $\square^{cm}$ bezeichnet wird. Dann ergiebt sich nach Winkler das Gewicht der Zwischenträger

		für I-Träger	für Blechträger
I.	für leichte Wagen . . . ($G = 1{,}5\ T$);	$p = 21 + (2{,}9 + 2{,}1\, c)\, l_1$;	$11{,}0 + (1 + 0{,}23\, c)(1 + 0{,}37\, l_1)$
II.	- schwere - . . . . ($G = 3{,}0\ T$);	$p = 21 + (4{,}2 + 4{,}0\, c)\, l_1$;	$13{,}4 + (1 + 0{,}28\, c)(1 + 0{,}37\, l_1)$
III.	- sehr schwere Wagen ($G = 5{,}0\ T$);	$p = 22 + (6{,}6 + 5{,}2\, c)\, l_1$;	$16{,}5 + (1 + 0{,}26\, c)(1 + 0{,}37\, l_1)$

in Kilogr per laufd. Meter.

Die zweckmässigste Entfernung der Zwischenträger, sowie das Gewicht der Zwischenträger, sammt der Brückentafel in Kilogr. per $\square^{m}$ ist nach Winkler (Querconstr. p. 118 u. f.) in folgender Tabelle gegeben:

	Bezeichnung der Wagenart.	G = Raddruck in Tonnen.	c in Metern. Zweckmässigste Entfernung der Zwischenträger für eine Brückentafel von			g in Kilogr. per $\square^{m}$. Gewicht der Zwischenträger sammt Brückentafel, für eine letztere von		
			Zoreseisen.	Wellenblech.	Hängeblech.	Zoreseisen.	Wellenblech.	Hängeblech.
	I-Träger.							
I	Leichte Wagen	1,5	$1{,}09 + 0{,}063\, l_1$	$0{,}88 + 0{,}051\, l_1$	$1{,}60 + 0{,}093\, l_1$	$72 + 4{,}7\, l_1$	$64 + 4{,}9\, l_1$	$54 + 3{,}7\, l_1$
II	Schwere -	3,0	$0{,}79 + 0{,}058\, l_1$	$0{,}64 + 0{,}047\, l_1$	$1{,}16 + 0{,}085\, l_1$	$89 + 8{,}2\, l_1$	$85 + 9{,}1\, l_1$	$70 + 6{,}9\, l_1$
II	Sehr schw. -	5,0	$0{,}62 + 0{,}066\, l_1$	$0{,}50 + 0{,}054\, l_1$	$0{,}91 + 0{,}097\, l_1$	$107 + 13{,}1\, l_1$	$107 + 15{,}1\, l_1$	$84 + 8{,}6\, l_1$
	Blechträger							
I	Leichte Wagen	1,5	$0{,}86 + 0{,}104\, l_1$	$0{,}69 + 0{,}084\, l_1$	$1{,}26 + 0{,}152\, l_1$	$66 + 4{,}8\, l_1$	$56 + 5{,}7\, l_1$	$55 + 3{,}6\, l_1$
II	Schwere -	3,0	$0{,}67 + 0{,}081\, l_1$	$0{,}54 + 0{,}065\, l_1$	$0{,}98 + 0{,}118\, l_1$	$84 + 7{,}3\, l_1$	$79 + 8{,}6\, l_1$	$68 + 5{,}4\, l_1$
II	Sehr schw. -	5,0	$0{,}57 + 0{,}069\, l_1$	$0{,}46 + 0{,}056\, l_1$	$0{,}84 + 0{,}102\, l_1$	$106 + 9{,}9\, l_1$	$105 + 8{,}6\, l_1$	$83 + 7{,}2\, l_1$

Im Allgemeinen ist das Gewicht für Zwischenträger und Brückentafel nach Winkler

$$g = 45 + 2{,}3\, l_1 + 11\, G + 1{,}7\, G\, l_1 \text{ in Kilogr. per } \square^{m}$$

worin G den Raddruck in Tonnen und l_1 die Länge der Zwischenträger in Metern bezeichnet.

Die Berechnung der Dimensionen für die Zwischenträger erfolgt nach den Gleichungen 25), 39), 41), oder 42) und 43).

d. Querträger für Wegbrücken.

Die Construction der Querträger für Wegbrücken ist kaum von der solcher für Brückthore verschieden.

Der Druck, den der Querträger von dem Zwischenträger durch die mobile Last erhält, ist nach Winkler (Querconstr. p. 141):

$$D = \left(0{,}39 + 0{,}76 \frac{l_1}{a}\right) G \text{ in Tonnen,}$$

wenn mit l_1 die Länge des Zwischenträgers in Metern, mit a der Achsstand der Fuhrwerke in Metern, und mit G der Raddruck in Tonnen bezeichnet wird.

Das Eigengewicht der Brückendecke, der Brückentafel und der Zwischenträger lässt sich zur Bestimmung der Dimensionen der Querträger nach Winkler (Querconstr. p. 152) folgendermaassen ausdrücken:

I. für leichte Wagen $g = 412 + 4{,}9 l_1$ Kilogr. per □ᵐ
II. - schwere - $g = 478 + 7{,}4 l_1$ - - -
III. - sehr schwere Wagen $g = 550 + 10{,}8 l_1$ - - -

ferner die mobile Last:

I. für leichte Wagen $m = 0{,}41 + \frac{0{,}59}{l_1}$ in Tonnen per □ᵐ

II. - schwere Wagen $m = 0{,}57 + \frac{1{,}02}{l_1}$ - - - -

III. - sehr schwere Wagen $m = 0{,}56 + \frac{1{,}29}{l_1}$ - - - -

worin l_1 die Länge der Zwischenträger in Metern bezeichnet.

Der Abstand der Zwischenträger lässt sich nach Winkler auch als Function der Querträgerlänge ausdrücken, und zwar, wenn mit l_2 die Länge der Querträger in Metern bezeichnet wird:

Die Brückentafel besteht aus	Zoreseisen	Wellenblech	Hängeblech
I. für leichte Wagen . .	$c = 1{,}08 + 0{,}055\, l_2$;	$0{,}87 + 0{,}045\, l_2$;	$1{,}58 + 0{,}080\, l_2$
II. - schwere - .	$c = 0{,}99 + 0{,}045\, l_2$;	$0{,}80 + 0{,}036\, l_2$;	$1{,}44 + 0{,}066\, l_2$
III. - sehr schwere Wagen	$c = 0{,}85 + 0{,}038\, l_2$;	$0{,}69 + 0{,}031\, l_2$;	$1{,}24 + 0{,}055\, l_2$

in Metern.

Der Abstand der Querträger (oder die Länge der Zwischenträger) ist nach Winkler (Querconstr. p. 162) zu nehmen:

Die Zwischenträger bestehen aus I-Eisen		aus Blechträger
I. für leichte Wagen . .	$l_1 = 2{,}57 + 0{,}25\, l_2$	$2{,}41 + 0{,}31\, l_2$
II. - schwere - . .	$l_1 = 1{,}83 + 0{,}25\, l_2$	$2{,}01 + 0{,}31\, l_2$
III. - sehr schwere Wagen	$l_1 = 1{,}44 + 0{,}25\, l_2$	$1{,}04 + 0{,}31\, l_2$

in Metern.

Das Eigengewicht der Querträger ist nach Winkler (Querconstr. p. 153).

I. für leichte Wagen $p = (8{,}3 + 1{,}4\, l_1)\left(1 + \frac{0{,}38}{c}\right) l_2$ in Klgr. p. lfdᵐ. der Quertrgr.

II. - schwere - $p = (10{,}4 + 1{,}4\, l_1)\left(1 + \frac{0{,}38}{c}\right) l_2$ - - - - - -

III. - sehr schw. - $p = (12{,}5 + 1{,}4\, l_1)\left(1 + \frac{0{,}38}{c}\right) l_2$ - - - - - -

Die Berechnung der Querträger-Dimensionen geschieht nach den Gleichungen 25), 39), 41), oder 42) und 43).

e. Gewicht der Fahrbahn und Fahrbahnträger.

Im grossen Durchschnitt kann nach Winkler (Querconstr. p. 163) das Gewicht der Brückentafel zu

$$g = 38 + 8{,}5\, G + (0{,}55 + 0{,}37\, G)\, l_2 \text{ in Kilogr. per □}^{m}$$

und das Gewicht der Quer- und Zwischenträger zu

$$g = 30 + 8{,}5\,G + (1{,}4 + 0{,}8\,G)\,l_2 \text{ in Kilogr. per } \square^m$$

und somit das Gewicht der Brückentafel und der Fahrbahnträger zu

$$g = 68 + 17\,G + (1{,}9 + 1{,}2\,G)\,l_2 \text{ in Kilogr. per } \square^m$$

veranschlagt werden, in welchen Gleichungen G der Raddruck in Tonnen, und l_2 die Länge der Querträger in Metern bedeutet.

Ueber das Gewicht der Brückendecke etc. s. §3, p. 535 und §10, p. 561 bis 566.

f. Fussweg-Träger.

Die Fusswege liegen entweder innerhalb der Hauptträger (Fig. 2, Tafel XXIX), oder ausserhalb derselben (Fig. 5, 8, 14 und 17, Tafel XXIX). Im letzten Falle werden für die Fusswege entweder besondere leichte Hauptträger angeordnet (Fig. 5 und 8, Tafel XXIX), oder es werden Consolen an die Fahrbahnhauptträger befestigt, auf welchen dann die Brückentafel der Fusswege liegt (Fig. 14 und 17, Tafel XXIX).

Die Consolen bestehen gewöhnlich aus Schmiedeisen, doch kommen auch solche aus Gusseisen vor. Oftmals lässt man einfache Querschwellen über die Häuptträger hervorragen, welche dann als Träger für die Fusswege dienen.

§ 11. Vorschriften für die Construction ausgeführter Wegbrücken und Beschreibung derselben.

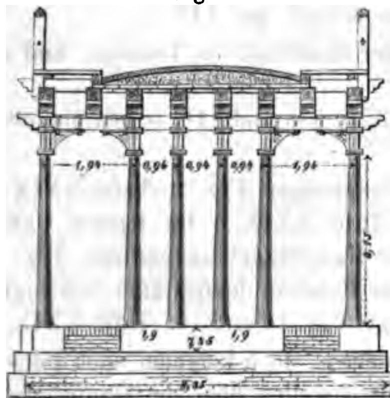
A. Hölzerne Wegbrücken.

1) Wegbrücke bei Hobbensen im Bückeburgischen (Fig. 16 und 17, Tafel XXX). — Die Hauptträger bestehen aus verzahnten Balken mit Sattelhölzern. Die mittlere der 3 Oeffnungen besitzt $9^m,64$, die äusseren je $7^m,87$ Lichtweite. Die Brücke hat eine Breite von $4^m,67$ zwischen den Geländern, und eine Fahrbahnlänge von $27^m,5$. Die Mittelpfeiler sind $1^m,32$ stark und $5^m,38$ lang, im Fundament $6^m,4$ lang, mit $1^m,75$ weiten mit einem Halbkreis überspannten Durchbrechungen; die Widerlager $1^m,32$ stark. Die verzahnten Balken, 5 Stück, jeder aus zwei Theilen bestehend, sind 31 Cm. hoch und 29 Cm. breit, zusammengesetzt im Ganzen 58 Cm. hoch, so dass die Zähne 2 Cm. hoch sind. Schraubbolzen sind in Entfernungen von $1^m,0$ von Mitte zu Mitte durch die Balken gezogen. Auf den Pfeilern und auf dem Sattelholz sind Longsche Zahneisen angebracht. Die Sattelhölzer sind $4^m,4$ lang, 36 Cm. hoch und 29 Cm. breit, die Bebohlung 7 Cm. stark. Das Geländer, $1^m,0$ hoch, ist seitlich an den Trägern befestigt, und sind die oberen Holme $^{12}/_{12}$ Cm., die mittleren $^{10}/_{10}$ Cm. stark. Die Bahngräben sind durch die Pfeiler mittelst $^{44}/_{44}$ Cm. weiten Oeffnungen geführt. Das Mauerwerk besteht aus Sandbruchstein und ist mit Oberkirchener Sandstein verblendet. Die Kosten betrugen 12375 Mark.

2) Wegbrücke bei Lühnde an der Hildesheimer Bahn (Fig. 1 und 2, Tafel XXX). — Die 3 Oeffnungen, von denen die mittlere $9^m,34$, die äusseren $7^m,18$ Lichtweite haben, sind durch einfache Sprengwerke überbrückt. Die Breite zwischen den Geländern beträgt $6^m,28$, davon kommen $3^m,65$ auf den Fahrweg und $1^m,30$ für jeden, um eine Bohlendicke erhöhten Fussweg. Die Mittelpfeiler sind $1^m,17$ stark, haben an jeder Seite 22 Cm. vorspringende Pilaster, sind $7^m,23$ breit und $0^m,88$ unter Grabensohle fundirt, und besitzen eine halbkreisförmig überwölbte Durchbrechung von $2^m,0$ Weite. Die Widerlager haben in der Höhe der Sprengstreben eine Stärke von $1^m,17$. Die lichte Höhe von Unterkante Spannriegel bis Schienenoberkante beträgt $6^m,43$. Die 5 Sprengwerke haben eine Entfernung von Mitte zu Mitte von $1^m,35$, durchgehende Brückenbalken von $10^m,2$ und $10^m,7$ Länge bei 26 Cm. Höhe und 22 Cm. Breite der letzteren. Darunter liegen Windkreuze von $^{19}/_{19}$ Cm. Stärke. Ebenso stark sind die Sprengstreben. Die Stärke der Ueberzüge über die Spannriegel und die Sprengstreben, gegen welche die Windkreuze stossen, ist $^{22}/_{22}$ Cm. Die Spannriegel und Sprengstreben sind 32 Cm. hoch und 26 Cm. stark. Der Pfeil des Sprengwerks beträgt $1^m,1$. Das Geländer ist $1^m,0$ hoch, und ist seitlich an übergekragten Stichhölzern befestigt, auf welchen auch das Trottoir liegt. Die Bebohlung für Fussweg und Fahrbahn ist 10 Cm. stark, und ist dieselbe für den Fussweg nach der Länge, für die Fahrbahn quer gelegt. Die Pfeiler bestehen aus hartem

Muschelkalkstein, die Gesimse, die Sprengstrebenquader, die Gewölbsteine, die Geländer und die Postamentquader dagegen aus rothem Alfelder Sandstein, die Brüstungen über den Widerlagern aus Ziegeln.

Fig. 34.



Querschnitt des Mitteljoches.

3) **Die hölzerne Balkenbrücke auf der Oldenburg-Heppenser Bahn** (s. nebenstehende Fig. 34) führt über einen Einschnitt von $15^m,56$ Tiefe mit 4 Oeffnungen und 3 Unterstützungen von je 6 eisernen Säulen, so dass also eine der Säulenreihen zwischen den beiden Gleisen steht.

4) Fig. 20 und 21, Tafel XXIX zeigt eine Anordnung der schweizerischen Bahnen, bei welcher die Stützen von Holz sind, und die verdübbelten Balken in $9^m,6$ Weite über beide Gleise reichen. Derartige Constructionen sind durch Etzel entstanden und finden sich theils durch ihn selbst, theils durch Ingenieure seiner Schule übertragen auf der österreichischen Südbahn, Brennerbahn, österr. Nordwestbahn und Dux-Bodenbacher Bahn (Böhmen) wieder.

B. Eiserne Wegbrücken.

Die nachfolgenden 3 Typen sind auf der Orleans-Bahn ausgeführt:

1) **Brücke für Fussgänger oder nur leichtes Handfuhrwerk** (Fig. 1 und 2, Tafel XXIX) für eine Weite von 8^m (zweigleisige Bahn). Zwei Hauptträger in $3^m,10$ Entfernung, jeder $0^m,400$ hoch, Blech $0^m,008$ stark, Winkeleisen $75 \times 68 \times 12^{mm}$ und Lamellen 160^{mm} breit und 11^{mm} dick. Querträger aus Doppelt-T-Eisen 200^{mm} hoch, 70^{mm} Flantschbreite, 10^{mm} Steg- und Flantschstärke zwischen zwei Hölzern, jedes 190^{mm} hoch und 70^{mm} stark mit 5 Schrauben geklemmt, welche Hölzer zugleich zur Befestigung der Längsbohlen mit Nägeln dienen (Fig. 35). Die Entfernung der Querträger beträgt $1^m,114$. Ganze Länge des Trägers 9^m, also 500^{mm} an jedem Ende Auflagerlänge, jede Auflagerplatte 320^{mm} breit und 400^{mm} lang. Die unteren Bohlen sind 80^{mm}, die oberen 30^{mm} stark, die Trottoirbohlen 30^{mm}, der hölzerne Längsträger an jeder Seite zum Tragen der Trottoirbohlen 176^{mm} und 100^{mm} breit.

Fig. 35.



Lichtweite zwischen den gemauerten Brüstungen $2^m,94$. Dicke der Brüstungen $0^m,36$, macht ganze Breite des Widerlagers $3^m,66$.

Für eine Lichtweite von 8^m ist die Dicke der Fahrbahn $0^m,334$ (von Oberkante Bohle bis Unterkante Träger), für eine Weite von $10^m,50$ ist sie $0^m,1$ mehr.

2) **Brücke für Vicinalwege und Landwege** (Fig. 3, 4 und 5, Tafel XXIX) von 4—5 Meter Breite zwischen den Geländern, 2 Hauptträger in $2^m,58$ Entfernung von Mitte zu Mitte und vor den Consolen Aussenträger von I-Eisen $0^m,695$ von Mitte des Hauptträgers entfernt. Hauptträger bei 8^m Spannweite von Blech mit Gurtung aus 2 Winkeleisen und Lamelle $0^m,600$ hoch, Lamelle 180×12^{mm}, Winkeleisen 80 bei 12^{mm}, Blechstärke 12^{mm}. Die I-Eisen vor den Consolen, welche 1^m hohe Geländer tragen, 200^{mm} hoch, 130^{mm} Flantschbreite, 14^{mm} Flantschdicke, 12^{mm} Stegstärke. Querträger in $1^m,14$ Entfernung, 220^{mm} hohes, 10^{mm} starkes Blech, oben und unten mit je zwei Winkeleisen von 60×8^{mm} gesäumt. Mitten zwischen den Querträgern nach der Länge der Brücke T-Eisen 150^{mm} im Stege hoch, 130^{mm} Breite des horizontalen Schenkels und 14^{mm} Dicke des Steges und des Schenkels. Die Consolen aus leichten Winkeleisen hergestellt mit unteren Längsbohlen von 50^{mm} und oberen Querbohlen von 30^{mm} Stärke bedeckt.

Zwischen den Querträgern Backsteingewölbe aus gewöhnlichen Ziegeln 110^{mm} ($^1/_2$ Stein stark) von $0^m,128$ Pfeil oder $1^m,060$ Radius der inneren Gewölblinie, oder besser aus Formziegeln 150^{mm} stark von $0^m,088$ Pfeil oder $1^m,494$ Radius der inneren Gewölblinie, oder endlich aus gehauenen Ziegeln von $0^m,22$ Länge und dann einen Stein stark, die Zwickel mit Beton ausgefüllt, darüber eine 30^{mm} in der Mitte starke, nach beiden Seiten der Quere nach

durch Verdickung ansteigende Abdeckung mit Cement, worüber zweckmässig noch eine Asphaltschicht (am besten in zwei Lagen aufgebracht) kommt. Hierauf folgt das Pflaster in Bettungskies gelegt, zusammen in der Mitte 250^{mm} stark, mit entsprechender Wölbung von der Mitte nach beiden Seiten.

Die Lehrbögen für die Gewölbe werden auf Querhölzer gestellt von etwa 180^{mm} Höhe und 100^{mm} Breite, je zwei für eine Kappe, welche Hölzer an jedem Ende mit einem Hängeisen an den Hauptträgern befestigt werden.

Die ganze Länge der Träger für 8^{m} Lichtweite beträgt 9^{m},20. jedes Auflager hat also 0^{m},6 Länge. Von den 4 Auflagerplatten oder Schuhen ist jeder 450^{mm} lang, 350^{mm} breit und 35^{mm} dick, mit Vorsprüngen von 15^{mm} Höhe auf der Oberfläche, welche die 190^{mm} breite Rinne für die 180^{mm} breite Lamelle des Trägers begrenzen. Auflagequader jeder 700^{mm} lang, 1 Meter breit in der Ansicht und 325^{mm} hoch.

Für eine Spannweite von 8^{m} ist die Dicke der Fahrbahn (Oberkante Pflaster bis Unterkante Träger) 0^{m},55, und für eine Spannweite von 10^{m},50 nach einem ausgeführten Beispiele 0^{m},65. Bei letzterem sind die Hauptträger 700^{mm} hoch, die Querträger 300^{mm} in 1^{m},165 Entfernung, und die 110^{mm} starken Gewölbe haben 222^{mm} Pfeil oder auch es sind zwei Rouladen zusammen 230^{mm} stark mit 102^{mm} Pfeil angewendet. Letztere Disposition passt besser für frequente Wege und wenn man nicht sehr feste Ziegel zum Wölben hat. Stärke der Brüstung 0^{m},45, ganze Breite des Widerlagers 4^{m},84.

3) Brücke für Routes impériales und Hauptwege (Fig. 6—8, Tafel XXIX) mit einer Lichtweite von 8^{m}, und Breite zwischen den Geländern von 8^{m}, wovon 6 Meter auf die Fahrbahn kommen und 1^{m} auf jedes Trottoir. Höhe der Hauptträger 850^{mm}, jedes der 4 Winkeleisen 80 bei 8^{mm}, jede Lamelle 200 $\times$ 10^{mm}, Blechstärke 8^{mm}. Zwischen den Hauptträgern 4 Zwischenträger in 1^{m},625 Entfernung von 550^{mm} Höhe, 4 Winkeleisen, jedes 100 $\times$ 10^{mm}, jede Lamelle aus zwei Lagen, zusammen 18^{mm} stark und 230^{mm} breit. Zwischen diesen Trägern Querträger aus Blech mit 2 Winkeleisen oben und 2 Winkeleisen unten gesäumt, in 1^{m},330 Entfernung, 300^{mm} hoch, Winkeleisen 60 $\times$ 8^{mm}, Blechstärke 7^{mm}. Die Kappen aus zwei Rollschichten zusammen 230^{mm} stark mit 154^{mm} Pfeil und 1^{m},250 Radius, oder auch von Formsteinen 0^{m},15 stark. Die Höhe von Unterkante Träger bis Oberkante der 50^{mm} starken Abdeckung mit Cement, welche zwischen den Längsträgern nach beiden Seiten von der Mitte der Kappe ansteigt, beträgt 450^{mm}, Steinschlag in der Mitte 350^{mm}, giebt ganze Dicke der Fahrbahn 0^{m},80. Die Steinschlagbahn hat auf 6 Meter Breite einen Pfeil von 0^{m},1. die Trottoirs sind mit $^1/_{100}$ Neigung nach innen gegen einen Kantenstein abgepflastert. Ganze Länge des Trägers 9^{m},4, also Länge jedes Auflagers 0^{m},7; Auflagerplatte oder Schuh 500^{mm} lang, 400^{mm} breit mit 210^{mm} breiter Rinne zur Aufnahme der 200^{mm} breiten Lamelle des Hauptträgers, Dicke 35^{mm}, und zwei 15^{mm} hoch vorspringende Stege. Geländer 1^{m} hoch, 6 gusseiserne Stützen in 1^{m},56 Entfernung mit 2 unteren Längsstangen von 25^{mm} und einer oberen von 40^{mm} Durchmesser. Stärke der Brüstung 0^{m},45, ganze Breite des Widerlagers 8^{m},90.

Die Dimensionen der Brücken sub 1, 2 und 3 sind für eine mobile Belastung von 400 Kil. per Quadratmeter, berechnet. Die für zulässig gehaltene Inanspruchnahme per Flächeneinheit ist nicht angegeben, vermuthlich ist sie zwischen 7—8 Kilogr. per Quadratmill. (700—800 Kilogr. per Quadratcentimeter).

Da die vorstehenden Constructionen nur in Fällen, wo die Höhe beschränkt ist, Anwendung finden werden, so werden häufig von beiden Seiten Rampen vorhanden sein, in solchem Falle erhalten die Träger und auch die Brückenbahn eine Rundung und zwar beispielsweise 0^{m},10 bei 8 Meter Spannweite und 0^{m},15 bei 10^{m},5 Spannweite, um den Abfluss des Wassers auf der Abdeckung über den Kappen zu erleichtern; bei gleichmässig fallenden Wegen kann man sie gerade machen. Bei schiefen Brücken passt es nicht gut, die Unterkante der Träger gekrümmt zu machen, oben kann man aber die Krümmung zur Erleichterung des Wasserabflusses über den Kappen beibehalten. Wenn gleichmässiges Gefälle vorhanden, ist die Construction bei schiefen Brücken einfach, indem man der Auflager-Ebene der Träger eine Neigung $= i \cos \beta$ giebt, wenn i das Gefälle der Strasse und β der Winkel, welche die Strassenachse

mit der Bahnachse macht. Diese Neigung fällt selbst bei Quaderverblendung nicht auf, wenn man die Differenz der Höhen des Widerlagers auf alle Schichten vom ersten Fundamentabsatze an vertheilt.

Bei den Brücken für Wege geringer Breite (1 und 2) ist es bei schiefer Durchführung von Wegen meistens vorzuziehen, die Widerlager normal gegen die Brückenachse beizubehalten und die Träger entsprechend länger zu machen. Bei $10^m,50$ Spannweite kann man die normale Weite von 8^m unter einen Winkel von 68° 30′ und von $4^m,50$ bei einem Winkel von 47° 10′ überbrücken.

§ 12. Construction und Bestimmung der Stärken für Brückenpfeiler mit hölzernem und eisernem Ueberbau.

Die Pfeiler bestehen bei Brückthoren und Wegbrücken aus den Mittel- und Endpfeilern. Bei hölzernen und eisernen Balkenbrücken haben die ersteren nur einen verticalen Druck auszuhalten, die letzteren jedoch ausser diesem auch noch einen horizontalen, der durch die dahinter liegende Erdschüttung hervorgerufen wird. Stets werden daher die Endpfeiler grössere Stärke erhalten müssen als die Mittelpfeiler.

a. Mittelpfeiler. — Dieselben können aus Holz, Eisen oder Mauerwerk hergestellt sein. Holzpfeiler (Joche) finden nur bei hölzernen Ueberbauten Verwendung, und erhalten dann öfters Steinfundamente (Fig. 20 und 21, Tafel XXIX). Zur Bestimmung der Stärken der zu den Pfeilern verwendeten Hölzer ist die Verticalkraft über denselben nach § 4 Gleichung 6) p. 537 zu berechnen, und diese als auf alle Pfeilerständer gleichmässig vertheilt anzunehmen; man findet dann unter Berücksichtigung der Zerknickungsformel § 5, Gleichung 37, p. 542 den Querschnitt.

Eiserne Pfeiler finden selten bei Brückthoren unter der Bahn und Wegbrücken über der Bahn Anwendung, dagegen desto häufiger die Steinpfeiler. Die Minimalstärke der letztern bestimmt sich zu

$$d = \frac{l}{40} + 1^m,0$$

worin l die Entfernung von Pfeiler-Mitte zu Mitte bedeutet. Die Stärke der Pfeiler ist jedoch auch eine Function ihrer Höhe, welche letztere in vorstehender Formel nicht berücksichtigt ist. Wir setzen daher für die obere Pfeilerstärke

$$d = 0,025\,(l + h) + 1,0 \text{ in Met.}$$

worin h die Höhe in Met. bezeichnet.

Oft richtet sich die Fläche der Fundamentsohle und daher indirect die untere Pfeilerstärke nach der Tragfähigkeit des Untergrundes, welche etwa angenommen werden kann

1) für Sand- und Kiesboden zu . . . . 5—8 Kilogr. per □cm
2) - trockenen, festen Lehm und Thon zu 3—4 - - -
3) - weichen, feuchten - - - - 2 - - -

wobei vorausgesetzt ist, dass diese tragenden Schichten mindestens 3^m Mächtigkeit unter dem Fundamente haben.

Zur Vergrösserung des Fundaments und zur gleichmässigeren Druckübertragung dient oft eine Betonschüttung von mindestens $1^m,0$ Stärke. Die Sohle des Fundaments muss unter der Tiefe liegen, bis zu welcher der Frost eindringt, die man gewöhnlich zu mindestens $1^m,0$ rechnet. Die zulässige Beanspruchung des Betons kann zu 8—10 Kilogr. per □cm angenommen werden. Bei Anwendung von Pfahlrost rechnet man auf jeden Pfahl je nach der Stärke derselben 10—25 Tonnen, oder 30—40 Kilogr. per □cm Druck.

Bei Pfeilern, welche aus unregelmässigen Bruchsteinen hergestellt werden sollen, und über 5^m Höhe betragen, ist es räthlich, in Entfernungen von $2^m,5$—$3^m,0$ sogenannte Binderschichten aus Quadern durchzulegen, um ab und an eine horizontale, in gutem Verbande gesetzte Schicht zu erzielen. Oft wird das Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk aussen mit 25 bis 50 Cm. hohen Quaderschichten verblendet. So vorzüglich diese Art der Verkleidung auch den Witterungseinflüssen Widerstand leistet, so ist diese Methode doch im Allgemeinen deshalb zu verwerfen, weil der Kern aus einem viel fugenreicheren Mauerwerke besteht, als der Kranz, sich daher weit mehr setzen wird und nur einen geringen Druck von oben erhält; demnach wird der Quaderkranz das eigentliche druckübertragende Element sein. Nur bei Ziegelmauerwerk ist es angebracht, aussen gleich grosse (wie innen) harte Verblendziegel anzuwenden.

Die Mittelpfeiler erhalten sehr oft einen Anlauf von $^1/_{20}$—$^1/_{10}$, auch nach unten zu Verstärkungen.

Zur Berechnung des Druckes, den die unterste Mauerschicht auszuhalten hat, dienen folgende Formeln. Infolge des Eigengewichts der Ueberbauten und der mobilen Belastung bei Eisenbahn- und Strassenbrücken wirkt ein Druck auf den Pfeiler von $2000\, l\,.\,b$ Kilogr. (l = Stützweite des Ueberbaues in Met., und b = Breite des Ueberbaues in Met.). Das Eigengewicht des Mauerwerks ist bei einer Höhe des Pfeilers $= h$, mittleren Stärke $= d_1$, und mittleren Länge $= l_1$ in Met. gleich $2400\, h\,.\,l_1\,.\,d_1$ in Kilogr. Ist nun die untere Länge und Stärke des Pfeilers l_2 resp. d_2 in Met., so ist der Druck

$$s_1 = \frac{0{,}2\, l\,.\,b + 0{,}24\, h\,.\,l_1\,.\,d_1}{l_2\,.\,d_2} \text{ in Kilogr. per } \square^{cm}.$$

Die Pressung s_1 in Kilogr. per $\square^{cm}$, welche die verschiedenen Mauerwerksarten auszuhalten vermögen, ist aus nachstehender Zusammenstellung zu ersehen:

	Zerdrückungsfestigkeit in Kilogr. per $\square^{cm}$	Zulässige Beanspruchung s_1 auf Zerdrücken in Kilogr. per $\square^{cm}$ bei 10facher Sicherheit.
1) Ziegelmauerwerk	80	8
2) Bruchsteinmauerwerk	100	10
3) Klinkermauerwerk	150	15
4) Quadermauerwerk		
aus mittelharten Steinen	200	20
- harten -	300	30
5) Cement	180	18
6) Beton	80—100	8—10

b. **Endpfeiler.** — Die Endpfeiler haben bei Balkenbrücken den verticalen Druck des Ueberbaues und den horizontalen Schub der dahinterliegenden Erdmasse auszuhalten, müssen also wie Stützmauern construirt werden.

Wie die Mittelpfeiler erhalten auch die Endpfeiler sehr oft vorn einen Anlauf von $^1/_{20}$—$^1/_{10}$. Als Stärke der Endpfeiler, wenn dieselben vorn und hinten vertical sind, nimmt man in der Regel bei Brückthoren unter der Bahn und Wegbrücken über der Bahn $0{,}30\,h$ in Metern an (h = Höhe der Pfeiler vom gewachsenen Boden ab gerechnet). Wenn das Damm-Material aus Gerölle besteht, welches hinter dem Pfeiler in einer Stärke von mindestens $0{,}05\,h$ in Metern aufgeschlichtet ist, kann die Stärke der Pfeiler auf $0{,}25\,h$ in Metern reducirt werden. Hat dagegen die Mauer vorn einen Anlauf von $\frac{1}{n}$, so kann die mittlere Stärke der Mauer um $\frac{0{,}36}{n} \cdot h$ abgemindert

werden. Ziegelmauern unter 1 Stein stark $= 0^m,25$, und Bruchsteinmauern unter $0^m,5$ stark führt man nicht aus. Ziegelmauerwerk kann des guten Verbandes wegen stets schwächer gehalten werden, als Mauerwerk aus unregelmässigen Bruchsteinen und zwar im Verhältniss 4 : 5 bis 7 : 10.

Die nachfolgende Tabelle giebt die Mauerstärken auf Bahnen an, welche in der Regel Bruchsteinmauerwerk verwenden (manchmal mit Quadern verkleidet):

h in Metern	d = Kronenbreite der Mauer in Metern auf der		
Höhe der Mauer vom gewachsenen Boden ab.	Württemberg. Staatsbahn. Anlauf vorn 1 : 5	Brenner-Bahn Anlauf vorn 1 : 6	Oesterr. Nord-West-Bahn. Anlauf vorn 1 : 5
1,0	0,38	0,51	0,50
1,5	0,46	0,65	0,67
2,0	0,52	0,77	0,79
2,5	0,59	0,88	0,88
3,0	0,68	0,97	0,97
3,5	0,78	1,05	1,06
4,0	0,88	1,13	1,15
4,5	0,98	1,19	1,24
5,0	1,10	1,27	1,33
5,5	1,22	—	1,42
6,0	1,34	1,42	1,51
6,5	1,46	—	1,60
7,0	1,56	1,58	1,69
7,5	1,75	—	1,78
8,0	1,86	1,73	1,87
8,5	1,98	—	1,96
9,0	2,10	1,92	2,05
9,5	2,21	—	2,14
10,0	2,33	2,11	2,23
12,0	2,80	2,51	—
15,0	3,50	3,10	—
20,0	4,66	—	—

Bei Brücken von mehr als 20^m Lichtweite kann man die Endpfeiler-Stärken etwas reduciren, da hier der Druck des Eigengewichts des Ueberbaues nicht unerheblich zur Stabilität der Mauer beiträgt.

Bei diesen Formeln ist keine Rücksicht auf das Material genommen, aus welchem die Mauer ausgeführt ist, obgleich dies von nicht unwesentlichem Einflusse auf deren Stärke ist. Auch die Güte des Mörtels will in Betracht gezogen sein. Das schlechteste Mauerwerk ist das aus unregelmässigen Bruchsteinen in schwach hydraulischem Mörtel, besser ist das aus lagerhaften Bruchsteinen oder aus Ziegeln in schwach hydraulischem Mörtel und aus unregelmässigen Bruchsteinen in Cementmörtel, vorzüglich ist das aus sehr lagerhaften Bruchsteinen oder aus Ziegeln in Cementmörtel und am besten das Quadermauerwerk. Ueber das Verblenden mit Quadern oder Ziegeln ist unter a) M i t t e l p f e i l e r das Nöthigste gesagt.

Die Widerlager und Pfeiler der Sprengwerke und Bogenbrücken sind zu construiren wie die der gewölbten Brücken, worüber im § 13 das Nähere.

§ 13. Massive Brücken. — Construction der Gewölbe, Pfeiler und Widerlager für Brückthore und Wegbrücken.

Wenn Constructionshöhe genügend vorhanden ist, um ein Gewölbe ausführen zu können, wird man in den meisten Fällen eine massive Brücke herstellen, da solche geringere Unterhaltungskosten als eine Brücke mit hölzernem oder eisernem Ueberbau verursacht und eine viel längere Dauer gewährt (s. § 16 dieses Kapitels). Nur

wenn die Anwendung einer schiefen Brücke erforderlich ist, wird man wohl öfters die Gewölbe verwerfen und zu hölzernem oder eisernem Ueberbau greifen.

a. Die erforderliche Höhe für Brückthore ist aus nachstehender Tabelle zu ersehen:

Normale Breite des Weges.	Constructionssystem.	Dicke der Fahrbahn bis Unterkante-Träger oder innere Gewölblinie. Meter.	Lichte Höhe. Meter.	Erforderliche Höhe von Schienenober- bis Wegoberkante. Meter.
4 Meter. (chem. vicinal.)	Halbkreis	0,55* 0,07 0,53 } 1,15	5,00	6,15
	Fliegender Bogen	1,45	4,50	5,95
	Stichbogen (1/8)	0,55 0,07 0,53 } 1,15	4,50	5,65
	Armirte Langschw. 90°	0,28	4,30	4,85
	Zwillingsträger 45°	0,40	4,30	4,70
5 Meter. (chem. vicinal de grande commun.)	Halbkreis	0,55 0,07 0,63 } 1,25	5,00	6,25
	Fliegender Bogen	1,50	4,50	6,00
	Stichbogen (1/8)	0,55 0,07 0,63 } 1,25	4,60	5,85
	Armirte Langschw. 90°	0,30	4,30	4,60
	Zwillingsträger 45°	0,41	4,30	4,71
7 Meter. (Route départementale.)	Halbkreis	0,55 0,07 0,73 } 1,35	5,30	6,65
	Fliegender Bogen	1,60	5,00	6,60
	Stichbogen (1/5)	0,55 0,07 0,73 } 1,35	5,00	6,35
	Zwillingsträger 90°	0,41	4,30	4,71
	Blechtr. m. Consol. 45°	0,60	4,30	4,90
8 Meter. (R. impériale.)	Halbkreis	0,55 0,07 0,78 } 1,40	5,50	6,90
	Fliegender Bogen	1,70	5,00	6,70
	Stichbogen (1/5)	0,55 0,07 0,78 } 1,40	5,00	6,40
	Zwillingsträger 90°	0,49	4,30	4,79
	Blechtr. m. Consol. 45°	0,60	4,30	4,90

* Bemerkung. Bei den massiven Brücken beträgt die Höhe der Schiene und Stärke des Kieses 550 Mill., dann folgt eine 70 Mill. starke Abdeckung mit einer Flachschicht von Ziegeln in Cement und darüber Asphalt, das untenstehende Maass von den dreien giebt die Gewölbstärke in Centimetern.

Man wird, wenn die erforderliche Höhe vorhanden, die Halbkreisbögen den Stichbögen vorziehen. Die grösste Höhe, welche man nach Nördling zweckmässig bei Halbkreisbögen anwendet, giebt die folgende Tabelle:

Weite des Weges. Meter.	Höhe unter dem Schlussstein. Meter.	Höhe unter Oberkante-Schiene. Meter.
4	5,50	6,65
5	5,50	6,75
7	6,00	7,35
8	7,00	8,40

Reichen diese Höhen nicht aus, um bis zur Schienenoberkante zu kommen, so nimmt man das Minimum der Höhe aus der ersteren Tabelle und bringt Schüttung über dem Halbkreisgewölbe an, wobei man die Gewölbstärke und Widerlagsstärke vermehrt und wobei also das Gewölbe auch länger wird. Für genaue Ermittelungen würde man vergleichende Kostenberechnungen anzustellen haben.

b. Die erforderliche Höhe für Wegbrücken. — Dieselbe richtet sich nach dem Normalprofil des lichten Raumes. Nach den Normalien der Orleansbahn ist die normale Höhe von Schienenoberkante bis zum inneren Gewölbescheitel für zweigleisige Bahn $5^m,20$ mit einem Radius von 10^m, wozu eine totale Höhe von $6^m,50$, wie unten specificirt, gehört. Für das Normalprofil der deutschen Bahnen werden annähernd dieselben Maasse passen.

In einzelnen Fällen können für Wege, auf welchen kein Fuhrwerk passirt, diese Dimensionen noch ermässigt werden. Nach Nördling ist auf der Montluçon-Limoges Bahn eine Fussgängerbrücke aus Backsteinen erbaut mit 12 Meter Halbmesser der inneren Gewölblinie, 14 Meter Sehne und $2^m,30$ Pfeil, welche im Scheitel nur eine totale Dicke von $0^m,70$ hat. Man kann also, da man bei einem Gleise die Lichthöhe des Scheitels auf $4^m,90$ erniedrigen kann, auf diese Weise bei $5^m,60$ Höhe des Weges über Schienenoberkante einen fliegenden Bogen herstellen. Indessen gehört dazu eine vorzügliche Ausführung und ein solches Beispiel ist nicht gerade zur Nachahmung zu empfehlen.

Brücken über der Bahn mit fliegenden Bögen.	Gewöhnliche Maasse. Meter.	Ausnahmsweise bei eingleisiger Bahn. Meter.
Höhe unter Schlussstein	5,20	4,90
Schlusssteinstärke	0,95	0,50
Kies im Scheitel	0,15	0,08
Steinbahn	0,20	0,12
Ganze Höhe zwischen Oberkante, Schiene und Weg	6,50	5,60

Liegt der Weg höher als diese Maasse, so muss man erwägen, ob es zweckmässiger ist, den Weg zu senken oder das Bauwerk zu erhöhen. Uebertrifft im letzteren Falle die Lichthöhe bis Scheitel der Intrados 8 Meter, so wird man den Halbmesser der letzteren vergrössern müssen.

Bei der Brennerbahn wird für die Gewölbe von Wegbrücken ein Segmentbogen von 1/4 Pfeil angewendet, wozu eine Höhe der Fahrbahn über Schienenoberkante in der Mitte der Bahn von 7m,0 gehört. Wenn die Fahrbahn mehr als 10m,0 über den Schienen liegt, können auch Halbkreisbogen gewölbt in Anwendung kommen (Fig. 25, Tafel XXX).

Ist man in der Höhe beschränkt, so wendet man eisernen Ueberbau an, zu welchem folgende Höhen erforderlich sind, wenn die Wegbrücken gekrümmt (mit Eselsrücken) angelegt sind, so dass von beiden Seiten Rampen hinaufführen.

	Strassen. Spannweite. 8m.	Wege. Spannweite. 10m,50.	Wege. Spannweite. 8m.	Fussgänger-Brücken. Spannweite 8m.
	Tafel XXIX, Fig. 6. Meter.	Meter.	Tafel XXIX, Fig. 3. Meter.	Meter.
Höhe unter dem Träger in der Achse der Bahn	4,85	4,85	4,85	4,85
Dicke der Construction *)	0,45	0,40	0,30	0,334
Kies und Besteinung	0,35	0,25	0,25	—
Ganze Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Strasse	5,65	5,50	5,40	5,184

*) Von Unterkante-Träger bis zum Kies.

Diese Höhen- und Breitenmaasse passen auch für deutsche Verhältnisse, da sie nicht weniger geben als das Normalprofil verlangt (vergl. p. 525 u. 526).

Bei geneigten Trägern in fallenden Wegen muss die Bedingung erfüllt sein, dass die geringste Höhe über einer der äusseren Schienen jedes Gleises wenigstens 4m,80 sei. Was die Lichtweite der Brücken anbetrifft, so muss diese nach den Eingangs angeführten Vorschriften 8m betragen. Bei eisernem Ueberbau für Haupt-Chausseen (r. impériales) und Bezirksstrassen (r. départementales) wird man, einerlei ob für ein oder zwei Gleise, diese Weite beibehalten, um im ersteren Falle ohne Weiteres die Anlage des zweiten Gleises vornehmen zu können.

Bei Ueberführung von Vicinalwegen schreibt Nördling in der Instruction der Orleans-Bahn vor, 8m lichte Weite bei Einschnitten eingleisiger Bahnen und 10m,50 bei zweigleisigen Bahnen zu nehmen. Hierbei ist die spätere Herstellung des zweiten Gleises im ersteren Falle ohne Weiteres zu beschaffen; dieses geringe Mehr an Spannweite vermehrt die Anlagekosten nicht erheblich, dagegen ist die Durchsicht bedeutend verbessert.

c. Bestimmung der Stärken der Gewölbe, Pfeiler und Widerlager. — Die Stärke des Gewölbes hängt wesentlich von dem Verhältnisse der Pfeilhöhe zu der lichten Weite und von der Güte der verwendeten Materialien ab. Dasselbe gilt von der Stärke der Widerlager und Pfeiler. Im Allgemeinen kann die Regel aufgestellt werden, dass ein fugenreiches Gewölbe besser ist, als ein fugenarmes, und es sollen die zum Gewölbe verwendeten Quader keine grössere Länge haben als die 3fache Stärke, da sonst leicht ein Zerbrechen derselben erfolgt.

1) Gewölbe. — Die zum Gewölbe verwendeten Materialien müssen so fest sein, dass sie die Pressungen, welche durch das Eigengewicht der Gewölbe und

der darüberliegenden Schüttung, sowie durch die mobile Last ausgeübt werden, aushalten können, und unter keinen Umständen verwittern. Die Pressungen dürfen nicht grösser sein, als der 30. Theil der Zerdrückungsfestigkeit der zum Gewölbe verwendeten Materialien. Die Resultate der von Prof. Bauschinger angestellten Versuche (Winkler, Querconstr. p. 68) sind in folgender Tabelle niedergelegt:

Laufd. Nr.	Bezeichnung der Materialien (resp. des Mauerwerks.)	Zerdrückungsfestigkeit in Kilogr. per □cm.	s_1 = Zulässige Beanspruchung in Kilogr. per □cm. für das Mauerwerk.
1.	Tuffstein	132	4 (Quader-Mauerwerk)
2.	Perlmoser Cement	190	6
3.	Keupersandstein	290	10
4.	Grünsandstein	330	11
5.	Jurakalkstein	400	13
6.	Muschelkalk	440	15
7.	Molassesandstein	580	19
8.	Trachyt	580	19
9.	Bunter Sandstein	656	23
10.	Leithakalk	780	26
11.	Glimmerschiefer	910	30
12.	Dolomit	1070	36
13.	Granit	1160	39
14.	Diorit	1410	47
15.	Grünstein	1550	52
	Wir fügen noch Einiges hinzu:		
16.	Ziegelmauerwerk		6—8
17.	Bruchsteinmauerwerk, gutes		8—10
18.	Klinkermauerwerk		10—15
19.	Beton		6—8

Die Gewölbe üben einen Horizontalschub und einen Verticalschub auf die Pfeiler aus.

Der Horizontalschub H in Klgr. ist in allen Theilen des Gewölbes gleich gross und kann bestimmt werden durch die Gleichung

$$63) \quad H = \frac{G \cdot g}{f + 0{,}005 \cdot d} \text{ in Klgr.}$$

worin G das Gewicht der Brückenhälfte sammt darüberliegender Schüttung und mobiler Last (auf eine Brückenbreite von 1^m bezogen) in Klgr., g die Entfernung des Schwerpunkts der Last G von der inneren Kämpferfuge in Met., f die Pfeilhöhe der inneren Gewölblinie in Met. und d die Stärke des Gewölbes im Scheitel in Cm. bedeutet.

Der Horizontalschub wird in der Mitte der Schlusssteinstärke wirkend gedacht. Die Stärke des Gewölbes im Scheitel bestimmt sich nun aus

$$64) \quad \frac{H}{s_1} = d \text{ in Cm.}$$

Die zulässige Beanspruchung s_1 in Kilogr. per $\square^{cm}$ ist der vorstehenden Tabelle zu entnehmen.

Da in Gl. 63) die Stärke des Gewölbes $= d$ in Cm. als bekannt vorausgesetzt wird, so ist dieselbe vorerst anzunehmen, wozu folgende Tabelle [38]) Anhaltspunkte liefert.

[38]) v. Kaven, Wegebau, 2. Aufl. 1870, p. 515 u. f.

Tabelle der Gewölbstärken im Scheitel in Cm. für Quader, welche mindestens 300 Kilogr. Bruchfestigkeit gegen Zerdrücken besitzen, bei Ueberschüttungen bis zu 2^m.

Laufd. Nr.	l in Met. Lichtweite der Brücke.	Pfeilverhältnisse $\frac{f}{l}$							
		$^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$	$^1/_7$	$^1/_8$	$\frac{f}{l}$
		d = Gewölbstärke im Scheitel in Cm.							$d = 22 + 8{,}33\, l \left(0{,}3 + \frac{0{,}04}{\frac{f}{l}}\right)$
1.	4^m	35	36	37	39	40	41	43	
2.	5^m	38	40	41	43	45	46	48	
3.	6^m	41	43	45	47	49	51	53	
4.	7^m	44	47	49	51	54	56	58	
5.	8^m	47	50	53	55	58	61	63	
6.	9^m	51	54	57	60	63	66	69	
7.	10^m	54	57	60	64	67	70	74	
8.	11^m	57	61	64	68	72	75	79	
9.	12^m	60	64	68	72	76	80	84	
10.	15^m	70	75	80	85	90	95	100	
11.	20^m	85	92	99	105	112	119	125	
12.	25^m	101	110	118	126	135	143	151	

Bei Quader-Gewölben, die eine grössere Ueberschüttung als 2^m haben, welche mit h in Met. bezeichnet werden soll, kann gesetzt werden für

Brückthore $d_h = d\sqrt{1 + 0{,}21\,h}$ in Cm.

Wegbrücken $d_h = d\sqrt{1 + 0{,}14\,h}$ - -

Unter der Annahme, dass die Richtung der Mittellinie des Druckes normal zur Kämpferfuge ist, drückt sich die aus der Horizontal- und Verticalkraft resultirende Kraft S im Kämpferquader aus:

$$65) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad S = H \frac{1 + 4\left(\frac{f}{l}\right)^2}{1 - 4\left(\frac{f}{l}\right)^2} \text{ in Kilogr.}$$

Auch hier am Kämpfer ist das Gewölbe so stark zu construiren, dass die Pressung per $\square^{cm}$ nicht mehr als s_1 in Kilogr. beträgt.[39])

Quadergewölbe dürfen in der Regel mit nicht mehr als 10 bis 12 Kilogr. per $\square^{cm}$ an der Kante der Scheitelfuge gepresst werden, während man diese Pressung bei Gewölben mit hartgebrannten Ziegeln in gutem Cementmörtel zu 8 bis 10 Kilogr., die mittlere Pressung zu 4 bis 5 Kilogr. per $\square^{cm}$ annehmen kann. Die Mittellinie des Druckes ist am besten auf graphischem Wege zu bestimmen, und fällt am ungünstigsten aus, wenn die eine Gewölbhälfte mit der mobilen Last behaftet, die andere unbelastet ist. Es ist dann für alle Belastungsarten das Gewölbe derartig zu construiren, dass die Mittellinie des Druckes nicht aus dem oberen oder unteren Drittel desselben fällt. Eine Parabel wird sich der Mittellinie des Druckes besser anschmiegen als ein Kreisbogen.

Die Ueberschüttungsmasse über dem Gewölbe ist in Mauerwerk zu verwandeln, um bequemer construiren zu können, und kann deren Höhe gleich $^2/_3$ bis $^3/_4$ Mauer-

39) Da bei Gewölben angenommen wird, dass sich die Mittellinie des Drucks auf $^1/_3$ der Gewölbdicke der äusseren oder inneren Gewölblinie nähere, so wird der Kantendruck doppelt so gross als der mittlere.

höhe genommen werden, da das spec. Gewicht der Erde oder des Kieses 1,5 bis 1,8 und das des Mauerwerks etwa 2,0 bis 2,4 ist.

Zur Bestimmung der mobilen Belastung, welche ebenfalls in Mauerwerk umzusetzen ist, diene folgende Betrachtung:

Auf der Mitte des Gewölbes stehe eine Locomotive, welche eine Länge von a Met. und ein Gesammtgewicht von P Kilogr. hat. Der dahinter gehängte Tender sei b Met. lang und Q Kilogr. schwer. Die Schwellen, welche den Druck auf eine Bettung von h Met. Höhe zu übertragen haben, seien c Met. lang. Alsdann hat das Mauerwerk, welches die Locomotive an Gewicht ersetzt, eine Höhe

$$h_1 = \frac{P}{a(c + 2h)g} \text{ in Met.}$$

und das, welches den Tender ersetzt, eine Höhe von

$$h_2 = \frac{Q}{b(c + 2h)g} \text{ in Met.}$$

worin g das absolute Gewicht 1^{cbm} Mauerwerks = 2000 bis 2400 Kilogr. bedeutet. Eine gleiche Betrachtung führt bei Fuhrwerksbelastungen und Menschengedränge für Wegbrücken zu ähnlichem Ziele.

Ist auf diese Weise die Belastungshöhe h_0, welche sich aus der Gewölbstärke, der reducirten Kiesstärke, und der reducirten mobilen Belastung ergiebt, gefunden, so ist die Gewölbstärke

$$66) \quad d = \frac{H}{s_1} = \frac{g \cdot h_0 \left(r + \frac{d}{2}\right)}{s_1} \text{ in Cm.}$$

wenn der Radius r der inneren Gewölblinie in Cm., g das absolute Gewicht 1 Kub.-Cm. Mauerwerks, und h_0 die Belastungshöhe in Cm. bedeutet.

Die Stärke der Ueberschüttung soll bei Bahn- und Wegbrücken mindestens 30 Cm. (zwischen Oberkante Gewölbabdeckung und Oberkante Schwelle oder Pflaster) betragen.

Die Stärke der Gewölbe am Kämpfer ist in der Regel das 1,25 bis 1,33 fache der Stärke am Scheitel und geschieht diese Verstärkung (ausser an den Stirnen) bei Quader-, Ziegel- und Bruchstein-Gewölben in Absätzen.

Die Bogenlänge des Gewölbes wird bestimmt

$$a = r\pi \frac{\varphi^0}{180^0} \text{ in Met.}$$

worin r der Radius des Bogens in Met., φ der Centriwinkel in Graden und $\pi = 3{,}14$ bezeichnet, und worin der Winkel φ bestimmt durch

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{l}{2r} \quad (l = \text{Lichtweite in Met.})$$

Eine Näherungsformel

$$a = l\left[\frac{2}{3}\left(\frac{f}{l}\right)^2 + \sqrt{1 + 4\left(\frac{f}{l}\right)^2}\right]$$

ist genauer als die folgende:

$$a = l\left[1 + \frac{8}{3}\left(\frac{f}{l}\right)^2\right]$$

2) Mittelpfeiler. — Die Mittelpfeiler werden durch den Horizontalschub im Kämpfer am ungünstigsten beansprucht, wenn die eine Oeffnung belastet, die

andere unbelastet ist. Alsdann sucht die Differenz der von jeder Seite wirkenden Horizontaldrücke den Pfeiler um seine untere Kante zu drehen. Diesem widersteht sein eigenes Gewicht und das Gewicht der einen belasteten und der anderen unbelasteten Brückenhälfte an einem Hebelarme, wirkend gleich der Entfernung des Schwerpunktes dieser Belastungen von der Drehkante. Eine noch ungünstigere Beanspruchung eines Mittelpfeilers kann jedoch stattfinden, wenn die eine Oeffnung der Brücke überwölbt, und das Lehrgerüst derselben entfernt ist, die andere Oeffnung aber ohne Gewölbe dasteht. Für einen derartigen Fall ist der Pfeiler besonders stark zu construiren. Um letzteres zu vermeiden, sind stets alle Oeffnungen entweder zu gleicher Zeit zu wölben, oder eine Oeffnung nach der anderen, aber auf festen (nicht an die Pfeiler gesprengten) Lehrgerüsten, welche so lange stehen bleiben müssen, bis alle Oeffnungen gewölbt sind und zu gleicher Zeit ausgerüstet werden können. Sehr oft theilt man dagegen die ganze Brückenlänge in einzelne Abschnitte, von denen jeder mehrere Oeffnungen in sich schliesst, und trennt dieselben durch einen kräftigen Pfeiler, welcher den Schub des auf nur einer Seite ausgeführten Gewölbes aufnehmen kann.

Die Stärke des Mittelpfeilers hängt zwar sowohl von der Lichtweite der Oeffnungen als auch von dem Pfeilverhältnisse derselben ab, jedoch nehmen die empirischen Formeln auf letzteres keine Rücksicht. Dieselbe kann bestimmt werden zu

$$d_1 = 0,1\, l + 0,6 \text{ in Met. } (l = \text{Lichtweite der Oeffnung in Met.})$$

ist jedoch am einfachsten auf graphischem Wege, in Folge der Construction der Mittellinie des Druckes, zu bestimmen.

Die Mittelpfeiler erhalten sehr oft einen Anlauf von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ und im Allgemeinen dieselbe Ausführung wie die der Balkenbrücken (s. § 12).

3) Widerlager. — Die Widerlager der gewölbten Brücken sollen vor allen Dingen die durch die mobile Belastung, durch die Ueberschüttung und das Eigengewicht des Gewölbes hervorgebrachte Mittelkraft, welche im Kämpferquader angreift, auf die Fundamente übertragen. Diese Kraft muss noch im mittleren Drittel des Widerlagers und Fundaments bleiben.

Die Stärke des Widerlagers kann folgendermaassen bestimmt werden: Es wird der Horizontalschub im Scheitel bestimmt, wenn die eine Brückenhälfte mit der mobilen Last bedeckt ist, die andere aber unbelastet ist. Bezeichnet nun h die senkrechte Entfernung des Angriffspunktes der Horizontalkraft H im Scheitel von der äussersten Drehkante des Widerlagers, V die Verticalkraft im Scheitel, b die horizontale Entfernung dieser Kraft von der Drehkante des Widerlagers, G das Gewicht der unbelasteten Bogenhälfte sammt der darüberliegenden Schüttung, g den Hebelarm dieser Kraft, gleich der horizontalen Entfernung des Schwerpunktes dieser Belastung von der Drehkante des Widerlagers, G_1 das Gewicht des Widerlagers sammt der darüberliegenden Schüttung, und g_1 den horizontalen Abstand des Schwerpunktes dieses Gewichts von dem Drehpunkte des Widerlagers, so soll bei $n$facher Sicherheit gegen das Umkippen sein:

$$n \,.\, H \,.\, h = V \,.\, b + G \,.\, g + G_1 \,.\, g_1$$

woraus sich die Mauermasse und die untere Fundamentstärke des Widerlagers ergiebt. Gewöhnlich wird $n = 1,5$ bis 2 angenommen.

Empirische Formeln für die Widerlagsstärken sind folgende:

$d_2 = 0,25\, l + 0,6$ in Met. für flache Bögen

$d_2 = 0,2\, l \;+ 0,6$ - - - halbkreisförmige Bögen,

hierbei ist ein Widerlager mit hinten und vorn senkrechten Wänden gedacht. Ferner[40])

$$d_2 = \left[0,42 + 0,0854 \frac{l}{f + 0,5\,d} + 0,044\,H\right]\sqrt{l} \text{ in Met.}$$

worin l die Lichtweite der Oeffnung in Met., f die Pfeilhöhe in Met., d die Gewölbstärke im Scheitel in Met. und H die Widerlagshöhe vom Fundamentabsatze bis zum Kämpfer in Met. bezeichnet. Auch hier bezieht sich die Stärke wieder auf ein Widerlager mit senkrechten Wänden.

Gewöhnlich wird dem Widerlager hinten eine Neigung von $1 : {}^1/_3$ bis $1 : {}^1/_2$ gegeben, um dessen Stabilität zu vermehren.

Das hinter dem Widerlager befindliche Erd- oder Steinmaterial übt einen Schub auf dasselbe aus, welcher dem durch das Gewölbe hervorgerufenen entgegenwirkt und daher zur Stabilität des Widerlagers beiträgt. Da es jedoch nicht selten vorkommt, dass diese Erdmasse sich vom Mauerwerke loslöst und dann der Schub aufhört, so wird die Stärke des Widerlagers stets ohne Einwirkung des günstigen Erddruckes bestimmt.

4) Hintermauerung und Abdeckung. — Diese hat den Zweck, das Gewölbe an den Stellen, wo die Mittellinie des Druckes ohne erhebliche Belastung von oben der äusseren Gewölblinie zu nahe kommen würde, zu beschweren, und so die Mittellinie hinabzudrücken, sowie eine ebene Abwässerung zu schaffen. Die Hintermauerung wird etwa in der Höhe der inneren Kämpferfuge oder 0,1 Met. darüber beginnen und das Gewölbe tangiren, oder erhält eine Neigung von 1 : 3 bis 1 : 2.

Halbkreisgewölbe, deren Stärke ${}^1/_{17}$ der lichten Weite ist, kanten auf dem Widerlager nach aussen. Nach Tabelle auf p. 579 tritt dies bei 8^m Lichtweite ein, und wird man daher die Halbkreisgewölbe von 8^m Lichtweite und mehr vor dem Ausrüsten hintermauern. Dasselbe muss bei Stichbögen mit ${}^1/_5$ und geringerem Pfeilverhältnisse geschehen, da diese das Bestreben haben, auf dem Kämpferquader sich nach oben zu verschieben.[41])

Die wasserdichte Abdeckung des Gewölbes, auf welche grosse Sorgfalt zu verwenden ist und die sich auch auf die ganze hintere Seite der Stirnmauern erstrecken muss, geschieht entweder durch eine 10 Cm. dicke Mörtellage von 1 Th. Cement und 2 Th. Sand und darüber gegossenem reinen Cement, — oder durch eine oder zwei je 1—2 Cm. starke Lagen Asphalt, — oder durch ein oder mehrere Lagen Dachpappe[42]), nachdem bei allen Methoden vorher die Hintermauerung durch 1 oder 2 Ziegelflachschichten eben gemacht ist.

5) Lehrgerüste. — Man kann zwei Arten von Lehrgerüsten unterscheiden und zwar: feste und gesprengte.

Die festen belasten die Pfeiler entweder gar nicht, oder üben nur einen verticalen Druck auf dieselben aus, während die gesprengten gleichmässig mit der fortschreitenden Auswölbung in verticaler und horizontaler Richtung belastet werden. Bei ersteren erhält daher der Pfeiler im Augenblicke des Ausrüstens erst den Hori-

---

[40]) v. Kaven, Wegebau. 2. Aufl. 1870, p. 520.

[41]) v. Kaven, Disposition von Brücken und praktische Details, Aachen, 1874, Tafel 4.

[42]) Osthoff, Ueber Mittel zur wasserdichten Abdeckung von Brückengewölben, Zeitschrift des Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover, 1877, p. 175.

zontalschub des Gewölbes, welcher in Folge dessen leicht deformirt werden kann, doch hat der Mörtel des Pfeilers mehr Zeit zur Erhärtung gehabt — bei letzteren dagegen vergrössert sich derselbe während des Wölbens allmählich, wobei der Angriffspunkt desselben, je nach der Construction des Lehrgerüstes, sich um mehr oder weniger in verticaler Richtung beim Abrüsten verschieben, aber nicht vergrössern kann.

Die gesprengten Lehrgerüste sind daher vorzuziehen, haben aber den unter 2) p. 581 aufgeführten Nachtheil. Da jedoch die festen Lehrgerüste weit einfacher sich in der Construction gestalten, so wird man diese überall dann anwenden, wenn deren Anwendung möglich und sie billiger sind, als gesprengte.

Die Setzung des Gewölbes beim Abrüsten der Lehrbögen kann angenommen werden, wenn mit l die Lichtweite der Oeffnung in Met., f die Pfeilhöhe in Met. bedeutet:

1) bei mittelmässig ausgeführten Gewölben:

$$\sigma = 0{,}004\ (l - f)$$

2) bei gut ausgeführten Gewölben:

$$\sigma = 0{,}003\ (l - f).$$

§ 14. Vorschriften für die Construction ausgeführter gewölbter Brückthore und Wegbrücken, und Beschreibung derselben.

Auf französischen und englischen Bahnen sind fliegende Brücken (flying arches, — à culées perdues, mit unterdrückten Widerlagern vielfach angewendet[43]), und haben bei massiven Wegbrücken über der Bahn mancherlei Vorzüge vor der Construction mit einer Oeffnung gleich der Breite des Bahndammes (Fig. 15, Tafel XXX, Hetjershäuser Brücke), oder mit einer Oeffnung und mit zwei kleineren Seitenöffnungen und häuptigen Widerlagsmauern, wie solche vielfach in Deutschland gebräuchlich sind (Fig. 3 und 4, Tafel XXX, Ossenfelde). Sie erfordern eine geringe Fundamentgrube, weshalb sie, wenn in schlechtem Boden die Fundamente tief zu legen oder künstlich herzustellen sind, ökonomisch sein können, ferner brauchen sie oft, wenn Wege mit Einschnittsrampen unter der Bahn durchgeführt werden, nicht mit der Fundamentsohle auf die Tiefe des Weges zu reichen.

Auch in hohen Aufträgen hat man diese Constructionen zur Ueberführung der Bahn über Wege angewendet. Die Fig. 12—14, Tafel XXX zeigen eine Brücke im Auftrage von 12ᵐ Höhe, welche 18ᵐ Oeffnung hat und in der Bahn von Puiseaux nach Louvres[44]) liegt. Auf der Linie von Cambrai wie auf der Paris-Creil hat man Gewölbe mit unterdrückten Widerlagern bis zu einer Weite von 24 Metern. Für schiefe Durchschneidung der Bahn mit Wegen haben diese Constructionen den Vorzug der Einfachheit betreffs der Ausführung. Die schiefen Gewölbeschichten verlängern sich noch 0ᵐ,2 bis 0ᵐ,3 hinter die Oberfläche der Böschungen und endigen auf dem unregelmässigen Mauerwerk, welches das Widerlager bildet.

Als ein Fall, dass bei schlechtem Untergrunde diese Brücken wegen der erforderlichen geringen Basis des Fundaments ökonomisch sein können, ist anzuführen, dass auf der französischen Nordbahn eine solche Brücke mit einem Bogen von 24 Meter Oeffnung (Durchmesser) in einem Auftrage von 14 Meter Höhe angeordnet ist, um einen Bach durchzulassen, welcher nur eine Breite von 3—4 Metern hat, aber durch Torfboden fliesst, weshalb ein Pfahlrost erforderlich wurde.

In den meisten Fällen werden Wege oder Strassen unter der Bahn nicht in ihrer ganzen Breite, sondern in geringerer Lichtweite durchgeführt (vergl. Tabelle p. 525 und 528), wobei also bei Brücken mit geraden Widerlagern eine Verengung des Weges eintritt, was am wenigsten gut aussieht, wenn der Weg eine sein Alignement stark hervorhebende Ein-

---

[43]) G. Meyer, über englische Eisenbahnbrücken, Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1862, p 286 mit Abbild.

[44]) Notiz über Brücken mit unterdrückten Widerlagern in der Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. XI, 1859, p. 113—116. A. Aus der französischen Zeitschr. L'Ingénieur 1858.

fassung hat. Bei Brücken mit unterdrückten Widerlagern kann man das Alignement ohne Hinderniss verfolgen und die Einzäunung kann unter der Brücke durchgehen, wodurch das Mauerwerk vollständig dem Bereich des Publicums entzogen ist.

Ein weiterer Vorzug ist der, dass der Weg späterhin bei solchen Brücken leicht erbreitert werden kann. Bei der Station Loivre zwischen Guignicourt und Rheims war man verpflichtet, eine Brücke von 5 Meter Oeffnung für einen Weg zu bauen, der später wegen vermehrten Verkehrs vielleicht eine Erbreiterung erfahren musste. Man errichtete einen Bogen von 12 Meter Weite, der jetzt einem Wege von 5 Meter Breite zwischen zwei Auftragsböschungen von 45° den Durchgang gestattet. Bei späterer Erbreiterung des Weges auf 7 Meter kann man die Böschungen des Kegels etwas steiler machen und den Rasenbelag durch Abpflasterung ersetzen; in dieser Voraussicht hat man jedem Gewölbanfang 2 oder 3 Schichten behauener Gewölbsteine mehr zugesetzt.

Auch Durchlässe, welche oft zugleich mit einem Wege durchgeführt werden, kann man bei dieser Brückenconstruction in den Fuss des Kegels legen, wodurch sie kurz werden, und geringe Last tragen. Ebenso kann man Wasserläufe mit Wegen zugleich überbrücken und man hat den Vortheil, dass bei wachsendem Wasser das Durchflussprofil grösser wird.

Die bedeutende Weite des Bogens führt oft zu Ersparnissen bei Gründungen der Bauwerke unter Wasser, indem man die Widerlager ausserhalb der Ufer setzen und Abdämmungsarbeiten ersparen kann. Bei Ueberschreitung des Seitencanals der l'Aisne durch die Bahn von Laon nach Rheims wählte man eine Brücke mit unterdrückten Widerlagern von 22 Meter Oeffnung. Die Breite des etwas eingezogenen Canals ist 6 Meter, er ist mit einer um 15° geneigten Abpflasterung aus trockenen Steinen versehen, dann kommen der Leinpfad und die Kegel des Auftrags. Unter jedem Widerlager stehen nur 32 Pfähle. Man konnte dieses Bauwerk herstellen und die Brücke erbauen, ohne die geringste Belästigung des Schifffahrtsverkehrs.

Die langen Wegunterführungen unter Bahndämmen sind schlecht rein zu halten und sehr beklommen; diese Nachtheile treten bei Brücken mit unterdrückten Widerlagern, welche immer dieselbe Breite behalten, nicht auf; auch sind sie bei Schneeanhäufungen weniger unbequem.

Die Anwendung dieses Systems ist übrigens nicht auf Bauwerke mit einem Bogen beschränkt; es wurde auch bereits bei zwei grossen Viaducten bei Chantilly und bei Comelle angewendet und zwar so, dass die äusseren Bögen in dem Auftrage unterdrückte Widerlager haben. Statt sonst erhebliche Widerlagsstärken nöthig zu haben, hat man hier die gewöhnlichen Dimensionen der Brücken mit unterdrückten Widerlagern beibehalten.

Uebrigens kann man bei grossen Oeffnungen statt des Kreisbogens eine andere Curve wählen, welche man mit Hülfe der Theorie feststellen wird. [45])

Ein Vortheil bei diesen Brücken ist noch, dass sie weniger sichtbares Mauerwerk, als solche mit geraden Widerlagern, daher weniger zu bearbeitende Flächen haben, und dass man zu dem Material in der Erde solches von geringerer Qualität nehmen kann, welches an der Luft vielleicht verwittern würde.

Dagegen wachsen mit grösserer Höhe und Weite die Kosten des Lehrgerüstes und des Aufbringens des Materials und man wird vielleicht ökonomisch sie nicht in einem Auftrage von über 15 bis 16 Meter anwenden. Für gewöhnlich vorkommende Fälle wird man bestimmte Typen festzustellen suchen, um die Lehrgerüste wiederholt benutzen zu können.

Bei Widerlagern von festen Felsen wird man um so eher darauf geführt diese Brücken anzuwenden. Ueberhaupt bei Brücken über der Bahn, wenn solche im Einschnitte liegt, wird man häufig zu dieser Construction greifen, wenn die Einschnittsböschungen so fest sind, dass man die Fundamente nicht bis auf das Niveau der Bahn hinabzuführen braucht. Bei der Beschüttung muss grosse Vorsicht angewendet werden, dass sie symmetrisch von beiden Seiten aufgebracht und gestampft werde. Die Flügel- oder Stirnmauern müssen sich vom Scheitel ab nach dem Widerlager verdicken und reichlich stark gemacht werden. Man wird z. B. 0,35 bis 0,4 der Höhe über dem Gewölbe zur Dicke nehmen und geeigneten durchlässigen Boden zur Hinterfüllung herbeizuschaffen suchen. Das Gewölbe wird man wie ge-

---

[45]) Vergl. Schwedler, die Theorie der Stützlinie. Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. 1859, p. 115 etc.; auch Heinzerling: Die Bauwaage und deren Ergebnisse für den Gewölbebau, dieselbe Zeitschrift. 1869, p. 60—110; auch 1872; ferner G. Hagen, über Form und Stärke gewölbter Bogen und Kuppeln, 2. Auflage, Berlin 1874.

bräuchlich mit zwei Lagen Asphalt, nacheinander aufgebracht und zusammen wenigstens 1 Centimeter stark, abdecken und ebenso wenigstens die Hinterflächen der sichtbaren Theile der Stirnmauern mit Asphalt bekleiden.

Bei eingleisigen Bahnen wird man diese Brücken über Wege vermeiden, wenn eine Erbreiterung für zwei Gleise in Aussicht steht, da eine solche bei dieser Construction schwierig ist; bei Wegbrücken über eingleisigen Bahnen wird man sie meistens so anlegen, dass sie bei Erweiterung des Einschnittes auf zwei Gleise ohne Weiteres dienen können. Uebrigens kann man die Weite des Bogens einschränken, wenn man die Grabenböschungen durch kleine Futtermauern ersetzt, ebenso wie es oft in Einschnitten geschieht, wenn man an auszuhebender Erde sparen will.

Wenn endlich in Felseinschnitten die Wände aus wetterbeständigem, tragfähigem und günstig geschichtetem Gesteine bestehen, so wird das Gewölbe einer Ueberbrückung unmittelbar gegen dieselben gespannt, jedoch so weit in das Felswiderlager hinabgeführt, dass dasselbe jeseitig einen Vorsprung von $0^m,3$—$0^m,5$ erhält, damit etwaige Ablösungen des Gesteins das Widerlager nicht gefährden und dasselbe jedenfalls auf gesundem Stein sich befinde (Fig. 25, Tafel XXX).

Liegen die Brücken nicht im durchgehenden Gefälle, so wird bei Wegbrücken das Pflaster von der Mitte ab nach den beiden Widerlagern hin mit einem der Neigung der Rampen entsprechenden Längengefälle versehen, um das Wasser abführen zu können. Selbstredend ist ausserdem Quergefälle vorhanden von etwa $^1/_{24}$ Pfeil auf der ganzen Breite des Pflasters.

Die englischen Brücken ohne Widerlager, welche dort meistens bei Einschnitten vorkommen (Flying arches), finden sich in dem Aufsatze v. G. Meyer (a. a. O.) ausführlich beschrieben nebst Zeichnungen. Sie sind auf der Wilt- und Sommerset-Bahn mehrfach in Einschnitten in blauem Thon hergestellt, auch als schiefe Brücken und Brücken mit ansteigender Fahrbahn und in Spannweiten bis 30^m mit $^1/_5$ Pfeil. Diese von Bruchstein oder auch von Backstein hergestellten Bögen, welche unter normalen Verhältnissen in gewöhnlichem Kalkmörtel hergestellt wurden, erhalten im Scheitel einen mittleren Druck von ungefähr 3,9 Kilgr. per $\square^{cm}$.

Die Fig. 5, 7, 18—20, 23 und 24, Tafel XXX geben verschiedene Constructionen von Brücken à culées perdues auf der Orleans-Bahn aus einer uns vom früheren Ingenieur en chef Herrn Nördling mitgetheilten Instruction.

Brückthore. — Die Segmentbogenbrücke beim Kloster Medingen (Fig 22, Tafel XXX) der Celle-Hamburger Bahn ist $4^m,67$ weit, $8^m,32$ zwischen den Stirnen lang und überführt eine zweigleisige Bahn. Die Pfeilhöhe beträgt $1^m,17$; das Gewölbe besteht aus Sandstein und ist $0^m,58$ stark. Der Damm hat eine Höhe von $5^m,0$. Die Flügel sind parabolisch gekrümmt und erweitern sich auf 10^m. Die Widerlager haben eine Höhe von $2^m,92$, und eine Stärke in Kämpferhöhe von $1^m,32$, in Fundamentabsatzhöhe von $1^m,68$. Das Fundament ist $1^m,9$ breit und $1^m,17$ tief. Das Bauwerk ist aus Granit, der sich in Geschieben dort findet, aufgeführt, mit Ausnahme des Gewölbes, welches von Sandsteinen, der Abdeckschicht über dem Gewölbe und den Flügelansätzen, welche aus Ziegeln hergestellt sind, und kostet 16200 Mark.

Wegbrücken. — 1) Die Segmentbogenbrücke im Hetjershäuser Wege[46]) der Bahn Hannover-Cassel (Fig. 15, Tafel XXX) führt über einen $5^m,84$ tiefen Einschnitt, ist $8^m,18$ weit, hat $5^m,84$ zwischen den Häuptern und trägt eine $4^m,82$ breite Strasse. Das Gewölbe hat $^1/_6 = 1^m,37$ Pfeil. Die Widerlager sind vom Fundamentabsatze bis zum Kämpfer $4^m,96$ hoch und $2^m,92$ stark. Das Fundament ist $0^m,88$ tief. Die Bahngräben sind auf $0^m,3$ zusammengezogen und mit kleinen Futtermauern vor dem Widerlager hergeführt. Das Gewölbe ist $0^m,73$ stark und von behauenen Bruchsteinen hergestellt. Die Stärke der Widerlager beträgt $2^m,92$. Das sämmtliche Mauerwerk besteht aus Kalkbruchstein in

---

[46]) Wegbrücken auf der Hannoverschen Südbahn, von Kampf. Zeitschr. d. Hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. II. 1856, p. 330—336. A., mit ausführlichen Angaben der Einheitspreise für Mater. und Arb. Daselbst auch die folgende Brücke. — Vergl. auch: Schiefe Wegbrücke zur Ueberführung der Göttingen-Casseler Chaussee, Notizblatt des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. III, p. 551. A.

Trassmörtel, mit Ausnahme der Deckplatten, der Kämpferquader, des Gesimses und der Brüstung, welche von Sandstein ausgeführt sind. Die Kosten dieses Bauwerks betrugen 12000 Mark.

2) Die Brücke im Ossenfelder Wege (Fig. 3 und 4, Tafel XXX) überwölbt einen Einschnitt in 3 Weiten. Das mittlere Gewölbe ist 8^m,18 weit, die Seitengewölbe 4^m,53; alle Oeffnungen haben $^1/_6$ Pfeil. Die Pfeiler sind 1^m,6 stark. Der Fahrweg hat eine Breite von 4^m,67; die Weite zwischen den Geländern beträgt 5^m,84, die Breite zwischen den Häuptern 6^m,71, die Stärke des mittleren Gewölbes 0^m,584, der kleinen Gewölbe 0^m,51. Die Abdeckung besteht aus 2 platten Ziegelschichten 0^m,12 stark, und darüber gestrichenem Asphalt. Die Höhe vom inneren Gewölbscheitel in der Mitte des grossen Gewölbes bis zur Strassenoberkante beträgt 1^m,17, die Höhe der Intrados über Schienenoberkante 8^m,03, die Höhe der Pfeiler von Oberkante Fundament (Grabensohle) bis Kämpfer 7^m,54. Das Fundament ist 0^m,78 tief, die Sohle des Fundaments liegt also 4^m,62 höher als die Grabensohle, was bei der Beschaffenheit des Einschnittsbodens (fester, nur an der Luft verwitternder Kalkstein) zulässig. Die Seitengräben sind hinter den Pfeilern herumgeführt und hier durch Futtermauern eingefasst. Fundamente, Pfeiler, Widerlager und Hintermauerung der Gewölbe sind in Trass-, theils in Kalkmörtel aus Kalkbruchstein von nahegelegenen Brüchen, in wagerechten Schichten vor Haupt bearbeitet. Die Pfeilergesimse, Gewölbkämpfer, Gewölbe, Verblendungen der Stirnmauern, Hauptgesimse und Brüstungen bestehen aus Sandsteinquadern. Die Kosten des Bauwerks betrugen 20721 Mark.

§ 15. Construction und Anlage der Flügel bei Brückthoren und Wegbrücken.

Die Flügel sind Stützmauern, welche dem Erddrucke widerstehen, und müssen als solche berechnet werden. Die auf p. 574 stehende Tabelle giebt über die anzuwendenden Stärken Aufschluss.

Die Flügel erhalten in der Regel vorn einen Anlauf, der bei Quader- und Bruchsteinmauerwerk bis 1 : $^1/_5$ geht, aber bei Ziegelmauerwerk selten stärker als 1 : $^1/_{12}$ gemacht wird.

Bei massiven Brückthoren oder solchen mit eisernem Ueberbau giebt man den Flügeln eine Erweiterung (Fig. 10, Tafel XXX), um die Breite der Strasse in die Weite der Brücke besser überzuführen oder um den Anschluss von Seitenwegen zu erleichtern. Sie beträgt gewöhnlich für jeden Flügel $^1/_4$—$^1/_3$ der Länge desselben nach auswärts von der Flucht des Widerlagsmauerwerks abweichend, oder es sind, wie es vielfach auf französischen und englischen Bahnen geschieht, zweckmässig die Flügel concav gekrümmt, um Seitenwege einzuführen (also umgekehrt wie bei der Brücke bei Medingen [Fig. 22, Tafel XXX], wo sie convex sind, was für die Stabilität etwas günstiger), auch die Anschüttung von Kegeln bei geeignetem Dammmaterial erleichtert dasselbe. Bei Brücken für eingleisige Bahn, welche möglicher Weise später zu einer zweigleisigen Bahn erbreitert werden müssen, wird die Abweichung der Flügel oder die Krümmung erst so weit von der Achse der Bahn anfangen können, dass später das Widerlager in der erforderlichen Länge gerade ist.

Die Flügel bei Wegbrücken finden sich in der verschiedensten Weise angelegt, und z. B. ihre Flucht in der Richtung des Weges, also parallel oder doch nahe parallel mit den Stirnen der Wegbrücke (Fig. 3, 4, 6 und 7, Tafel XXIX), oder auch parallel mit der Achse der Eisenbahn (also bei rechtwinkliger Ueberkreuzung um 90 Grad verschieden) [Hetjershäuser Weg, Fig. 15, Tafel XXX]). Zwischen diesen beiden Extremen können die verschiedensten Neigungen derselben, im Grundriss gesehen, vorkommen, wie sie z. B. bei den Normalien der Orleans-Bahn etwas gekrümmt sind, um ein besseres Ueberleiten des Weges in die sich erweiternden Brüstungen zu veranlassen. Die zweckmässigste Anordnung muss unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Böschung, welche, wenn fest genug, eine Abtreppung des Fundaments für die Flügel gestattet, ob man Ursache hat mit Mauermaterial, weil solches schwierig zu erlangen, sparsam zu sein etc., entschieden werden.

Auf der Oesterreichischen Brennerbahn besteht die Vorschrift, dass, wenn die Widerlager der Bahnüberbrückungen in geböschten Einschnitten stehen, sich also nicht an fortlaufende Futtermauern oder an Felsböschungen, welche die Anlage von Flügelmauern überdies überflüssig machen, anschliessen, wie (Fig. 26, Tafel XXX) die Flügel durch rasch

ansteigende, parallel mit der Bahnachse und in der Flucht der Widerlager angelegte $1/6$füssige Wandmauern ersetzt werden. Die Länge des im Anschlusse an die Widerlager horizontal zu führenden Theils dieser Mauern wird nach der Form der Strasseneinfriedigung (Schutzdämme, Brüstungen, Geländer) festgestellt.[47])

§ 16. Vergleichung der Constructionen für Brückthore und Wegbrücken aus verschiedenem Material.[48])

Zur Vergleichung des ökonomischen Werthes zweier Constructionen von verschiedenen Materialien, deren Anlagekosten, Dauer und Reparaturkosten verschieden, muss man letztere capitalisiren und den Betrag zum Anlagecapital schlagen. Es bezeichnen A das Anlagecapital, U die jährlichen Unterhaltungs- und Reparaturkosten, welche bei einem Zinsfusse von a Percent einem Capital $\frac{100\,U}{a}$ entsprechen. Ist regelmässig nach n Jahren ein Neubau vorzunehmen, welcher W Kosten verursacht, so muss noch ein Capital auf Zinseszins gelegt werden, welches nach n Jahren zu $K + W$ sich angesammelt hat, so dass W ausgegeben werden kann und K immer zinstragend vorhanden bleibt. Ein Capital K ist nach n Jahren bei a Percent

$$W_1 = \left(1 + \frac{a}{100}\right)^n \cdot K \text{ geworden, also hier}$$

$$W_1 = K + W = (1 + 0{,}01 \cdot a)^n \cdot K$$

und hieraus

$$K = \frac{W}{(1 + 0{,}01 \cdot a)^n - 1}$$

Das ganze Anlagecapital, welches die Kosten der Anlage repräsentirt, ist also

$$T = A + \frac{U}{0{,}01\,a} + \frac{W}{(1 + 0{,}01 \cdot a)^n - 1}$$

welches Capital mit dem ebenso ermittelten einer anderen Construction verglichen werden muss.

Die Anzahl der Jahre n, nach Verlauf deren ein Neubau vorzunehmen ist, wird gemeiniglich angenommen

1) bei gewölbten Brücken	zu	150 Jahren
2) - schmiedeisernen Brücken	-	100 -
3) - hölzernen -	-	20—30 -

Die jährlichen Unterhaltungskosten U können in Procenten des Anlagecapitals A angegeben werden und betragen:

$$1)\; U = \left\{\begin{array}{ll} 0{,}005\,A & \text{bei gutem Material} \\ 0{,}010\,A & \text{- mittelgutem Material} \\ 0{,}015\,A & \text{- schlechtem -} \end{array}\right\} \text{für gewölbte Brücken}$$

---

47) In ähnlicher Weise wie man bei Erdarbeiten zur Berechnung des cubischen Inhalts von Dämmen und Einschnitten, Oberflächen, welche zu bekleiden sind etc., graphische Darstellungen gemacht hat, um die Quantitäten mit dem Zirkel abgreifen zu können, hat der Ingenieur Knowles Diagramme entworfen, welche es gestatten, die Quantitäten für Bauwerke, z. B. Durchlässe, Brücken, Futtermauern etc., welche verschiedene Materialien erfordern, abzugreifen, und welche für Ueberschläge von grossem Werthe sind, da sie rasch zu arbeiten gestatten und man sich nicht so leicht irrt als bei Rechnungen oder beim Gebrauche von Tabellen. Es ist selbstredend, dass solche Diagramme nur für Bauwerke, die nach einer bestimmten Schablone gemacht werden können und denen man also Normalien zu Grunde legen kann, von Werth sind. Vergl. die besondere Abhandlung des Verf. über denselben Gegenstand in der Zeitschr. des Hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1869. Weitere Angaben hierüber im Engineering V. 1868, p. 208—209. Diagrams of quantities in overline bridges.

48) v. Kaven, Wegebau, 2. Auflage, 1870, p. 507—513.

2) $U = 0{,}01\,A$ bei schmiedeisernen Brücken
3) $U = 0{,}025\,A$ - hölzernen -

Werden nun die Kosten eines Neubaues W gleich dem $1^1/_4$ fachen Betrage des ursprünglichen Baues A gesetzt (wegen der unvermeidlichen Betriebsstörungen, provisorischen Anlagen etc.), so sind die Gesammtkosten der verschiedenen Constructionen, wenn $a = 5$ gesetzt wird, für:

1) gewölbte Brücken $T = 1{,}2007\,A$; ($U = 0{,}01\,A$ angenommen)
2) schmiedeiserne Brücken $T = 1{,}2096\,A$
3) hölzerne - $T = 1{,}9\,A$ ($n = 20$ angenommen).

Es ist nun noch nöthig die Pfeilerkosten in Betracht zu ziehen, wodurch die Gleichungen eine andere Gestalt erhalten werden.

Im Allgemeinen wird es sich herausstellen, dass hölzerne Brücken billiger sind als eiserne und gewölbte. Sie haben jedoch den Nachtheil, dass sie feuergefährlich sind, häufiger Reparaturen und einer öfteren Erneuerung bedürfen, was für den Betrieb sehr störend ist, und dass sie eine stetige Aufsicht benöthigen, um nicht gefahrbringend zu werden.

Eiserne Brücken, die Schooskinder der Neuzeit, haben vor hölzernen und gewölbten Brücken unter anderen den Vortheil voraus, dass sie in der Ueberbrückung der Weiten fast unbeschränkt sind, in ihrer Construction als schiefe Brücken und in Curven liegend keine Schwierigkeiten bieten, und fast in allen ihren Theilen der Aufsicht zugänglich sind. Sie sind zu jeder Jahreszeit herzustellen, auf grosse Entfernungen versendbar, und erfordern bei der Aufstellung den gewölbten Brücken gegenüber keine oder verhältnissmässig geringe Gerüste und eine weit geringere Bauzeit.

Gewölbte Brücken sind sehr dauerhaft und erfordern wenig Reparaturen. Sie bedürfen starker Lehrgerüste und starker Pfeiler und Widerlager, und wegen des bedeutenden Druckes auf die Fundamentsohle sehr sicherer Fundirung. Sie erfordern weit mehr Pfeiler als die schmiedeisernen Brücken und eine erheblich grössere Bauzeit und die Anwendung von steinernen Pfeilern.

§ 17. Preisangaben [49]) und Materialbedarf.

A. Arbeitslohn. — (Geselle 3,00 Mk. Lohn.)

	Maass-Gattung	Preise in Mk.
a. Maurerarbeiten.		
1. Fundamentmauerwerk aus Bruchsteinen in Kalkmörtel herzustellen	Cbm.	2,00—2,50
2 Häuptiges Mauerwerk aus Bruchsteinen in Kalkmörtel desgl.	-	3,00—4,00
3. Quadermauerwerk in Kalkmörtel herzustellen	-	6,00
4. Bruchsteingewölbmauerwerk herzustellen	-	5,00
5. Quadergewölbmauerwerk herzustellen	-	7,50—8,50
6. Ziegelmauerwerk herzustellen	-	4,00
7. Ziegelgewölbmauerwerk herzustellen	-	6,00
8. Bruchsteinpflaster 15cm stark herzustellen	□m	0,70
9. - 30cm - -	-	1,00
10. Plattenabdeckung herzustellen (sammt Bearbeitung)	-	1,50—2,00
11. Quader zu versetzen	Cbm.	9,00
12. Ziegelabdeckung der Gewölbe herzustellen	□m	0,35
13. Trottoirplatten zu verlegen	lfd. Met.	0,70
14. Quadergeländer aufzustellen	-	2,60
15. Quader abzunehmen	Cbm.	0,80

49) Zum Theil aus »v. Kaven's Wegebau, 2. Aufl. 1870, p. 560—566«, und aus »Plessner's Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen, 3. Aufl. 1874, p. 164—176« entnommen.

	Maass-Gattung.	Preise in Mk.
16. Bruchsteine aufzusetzen	Cbm.	1,75—2,00
17. Mauersand aufzuschaufeln und zu messen	-	1,25—1,60
18. Trassmehl zu messen	-	0,40
19. Kalk zu löschen	-	0,85
20. Bruchsteine zu brechen	-	1,50—2,00
b. Steinmetzarbeiten.		
1. Quader aus Sandstein zu bearbeiten	Cbm.	9,00
2 - - Granit zu bearbeiten	-	12,00—15,00
3. Gesimsquader aus Sandstein zu bearbeiten	-	10,00
4. Abdeckplatte aus Sandstein 15^{cm} stark zu bearbeiten	□^{m}	2,90
5. Abdeckplatte aus Sandstein 15^{cm} stark und 60^{cm} breit zu bearbeiten und zu verlegen	lfd. Met.	1,70
6. Kropflöcher in Sandstein herzustellen	Stück.	0,12
7. Hauptgesims nachzuarbeiten	lfd. Met.	2,00
c. Zimmererarbeiten.		
1. Jochpfähle zuzurichten und einzurammen, je nach der Bodenbeschaffenheit	lfd. Met.	1,70—3,50
2. Jochholme zuzurichten und aufzubringen, incl. Anzapfen der Pfähle	-	0,85—1,00
3. Balken und Sattel zuzurichten, aufzubringen, zu verkämmen und zu verschrauben	-	0,70—1,00
4. Bohlenbelag zu bearbeiten und zu befestigen	□^{m}	0,70—0,90
5. Saumschwellen zu bearbeiten, aufzubringen und zu befestigen	lfd. Met.	0,27—0,35
6. Geländerholz zu bearbeiten, abzuhobeln, die Kanten abzufasen, Geländer aufzustellen und zu befestigen	-	0,45—0,50
7. Wetterbretter zu bearbeiten und mit Knaggen zu befestigen incl. Nägel	-	0,35—0,50
8. Gurten und Zangen zu bearbeiten und an die Joche zu bringen	-	0,70—0,90
9. Lehrgerüste, Verzimmern der Balken etc. sammt Aufstellen und Beseitigen der Lehrgerüste per lfd. Met. Holz	-	2,80—3,00
d. Pflasterarbeiten.		
1. Steinpflaster aufbrechen, Steine zu sortiren und seitlich abzulagern	□^{m}	0,07
2. Sandbett der Pflasterbahn herzurichten	-	0,07
3. Schiebe- und Rinnenpflaster herzustellen und abzurammen, excl. Zurichtung des Sandbettes	-	0,35
4. Reihenpflaster wie 3.	-	0,42
5. Sandbett einer Klinkerbahn herzurichten	-	0,14
6. Klinkerpflaster herzustellen excl. Sandbett herrichten	-	0,16—0,23
7. Schotter zu schlagen aus Sandstein (in Haufen gemessen)	Cbm.	1,70
8. - - - - Granit - - -	-	2,50
9. Lagerhafte Bruchsteine in Haufen zu setzen	-	0,16
10. Nicht-lagerhafte Bruchsteine in Haufen zu setzen	-	0,18
11. Groben Grand zu messen	-	0,15
12. Feinen - - -	-	0,12
13. Sand zu messen	-	0,10
14. Doppelte Kantensteinreihe zu bearbeiten und zu setzen	lfd. Met.	0,16—0,20
15. Schotter (zerschlagene Steine) einzubauen	Cbm.	0,25—0,40

B. Materialienkosten.

a. Stein.

1. Quader aus buntem Sandstein aus der Gegend von Holzminden bei einer Anfuhr per Landfuhrwerk bis 22 Kilomet. Entfernung, fertig bearbeitet	Cbm.	38,00

	Maass-Gattung	Preise in M.
2. Dolomitquader ebendaher, wie 1.	Cbm.	42,00
3. Sandsteinquader aus Süntel, wie 1.	-	36,00
4. Deckplatten von Dolomit mit einfachen Profilen, wie 1.	-	72,00
5. Ziegel ab Ziegelei	Mille	24,00—36,00
6. - hartgebrannte, desgl.	-	30,00—40,00
7. Flügelabdeckplatten 12^{cm} stark bearbeitet	$\square^{m}$	15,00
8. Elbsandsteinquader, unbearbeitet, anzuliefern sammt 100 Kilom. Eisenbahnfracht	Cbm.	34,00
9. Elbsandsteinplatten, unbearbeitet, wie 8.	$\square^{m}$	7,50
10. Bruchsteine auf 5 Kilomet. Entfernung anzuliefern	Cbm.	4,00
11. Deckplatten aus festem Granit sammt Anfuhr auf 5 Kilomet.		
$1^{m},0$ breit 15^{cm} stark	lfd. Met.	2,50
$0^{m},7$—$0^{m},8$ breit 15^{cm} stark	-	2,00
$0^{m},6$ breit 15^{cm} stark	-	1,70
$0^{m},5$ breit 12^{cm} stark	-	1,50

b. Mörtelmaterialien.

1. Portland-Cement, netto 185 Kilogr. per Tonne	Tonne	15,00
	Klgr.	0,08
	Cbm.	135,00
2. Roman-Cement von Ruthardt aus Blaubeuren (Rauhe Alp) loco dort	Klgr.	0,03
	Cbm.	25,00
3. Trassmehl von Andernach (loco Hannover)	-	50,00—60,00
4. Ungelöschter magerer Kalk	-	18,00
5. Gelöschter - -	-	10,00—12,00
6. Mauersand	-	2,00—3,00

c. Holz.

1. Eichenholz, kantig	-	130,00—150,00
2. Fichtenholz, rund, starke Stämme	-	35,00
3. - schwache Stämme	-	30,00
4. Kiefernholz, kantig bis 6^{m} Länge $^{20}/_{30}{}^{cm}$ stark	-	55,00
$^{10}/_{30}$ - -	-	54,00
$^{15}/_{25}$ - -	-	53,00
$^{10}/_{25}$ - -	-	50,00
$^{15}/_{20}$ - -	-	48,00
$^{15}/_{15}$ - -	-	47,00
$^{10}/_{15}$ - -	-	45,00
$^{10}/_{10}$ - -	-	40,00
5. Bretter und Bohlen, fichtene ungesäumt (gesäumte 5,00 Mk. per Cbm. theuerer) $2,0^{cm}$ stark	-	50,00
2,5 - -	-	55,00
3,0 - -	-	60,00
4,0 - -	-	70,00

d. Eisen.

1. Schmied- oder Walzeisen zu den eisernen Brückenträgern incl. Fracht und incl. Aufstellung	Klgr.	0,45—0,60
2. Gusseisen, einschliesslich Modell- und Transportkosten	-	0,30—0,40
3. Säulen von Gusseisen nach vorhandenen Modellen	-	0,30
4. Geschmiedete Nägel 12^{cm} lang, 50 Stück per Klgr.	-	1,00
	Stück	0,02
5. - - 16^{cm} - , 24 - - - -	Klgr.	0,90
	Stück	0,04
6. Drahtnägel 7^{cm} lang	Klgr.	0,39
7. - 9 - -	-	0,37
8. Schraubenbolzen 10—35^{cm} lang, 1,5—$2,0^{cm}$ stark	-	1,00

		Maass-Gattung	Preise in Mk.
9.	Eisen zu Klammern	Klgr.	0,70
10.	Blei oder Zink zum Vergiessen	-	0,60

C. Kosten des Mauerwerks und der Brückendecke.

a. Kosten des Mauerwerks.

1.	Beton (1 Cement : 2 Sand : 4 Steinschlag)	Cbm.	33,00—38,00
2.	Trockenmauerwerk aus Bruchsteinen	-	6,00—8,00
3.	Fundamentmauerwerk aus Bruchsteinen in Kalkmörtel	-	12,00—13,00
4.	Häuptiges Mauerwerk aus Bruchsteinen in Kalkmörtel	-	14,00—16,00
5.	Bruchstein-Gewölbmauerwerk in Kalkmörtel	-	22,00—26,00
6.	Bruchstein-Deckplatten 20cm stark in Kalkmörtel	-	28,00—30,00
7.	Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel	-	24,00—28,00
8.	Bruchsteinpflaster in Sand	□m	2,50—3,00
9.	Bruchsteindeckplatten in Kalkmörtel	-	5,50—6,00
10.	Elbsandsteindeckplatten 18—20cm stark in Kalkmörtel	-	24,00—27,00
11.	Deckengeländer von Quadern mit einfachen Profilen	lfd. Met.	23,00
12.	Gewölbabdeckung in Cementmörtel	□m	2,00—3,00
13.	- aus 1 Flachziegel	-	1,50
14.	- - Asphalt 2cm dick	-	3,50
15.	- - einem Thonschlage		5,00
16.	Fugenverstrich des Bruchsteinmauerwerks mit Cementmörtel	-	1,00
17.	- - Ziegelmauerwerks desgl.	-	1,25
18.	- - Quadermauerwerks -	-	0,75

b. Kosten der Brückendecke.

1.	Theerconcret (Steinschlag, Steinsplitter, Kies, Pech und Theer) 20cm stark in mehreren Lagen	Cbm.	30,00—40,00
2.	Betondecke mit Asphaltschicht: Sand . . . . 10cm dick per □m 0,30 Mk. Beton . . . . 15 - - - - 5,20 - Asphalt . . . 3 - - - - 5,00 -	□m	10,50
3.	Steinschlagbahn von 25cm Stärke: Packlager . . 15cm dick per □m 0,80 Mk. Kies . . . . . 5 - - - - 0,18 - Schlägelschotter 8 - - - - 0,70 - Walzen . . . . - - 0,12 -	-	1,80
4.	Holzpflaster aus eichenen Klötzen 16cm stark	-	18,00—22,00
5.	Kopfsteinpflaster 15cm stark	-	4,00

D. Kosten der Verfrachtung etc.

1.	Rohe Sandsteinquader aus den Lowries auf Landfuhrwerke zu laden und auf mittelguten Wagen 5 Kilomet. weit zu verfahren und abzuladen	Cbm.	7,00—8,00
2.	Ziegel auf 5 Kilomet. zu verführen sammt Auf- und Abladen	Mille	11,00—12,00
3.	Kalk - 2 - - - - - - -	Cbm.	0,80
4.	- - 5 - - - - - - -	-	1,50
5.	Grundzins für Ausnutzung einer Kiesgrube	-	0,30
6.	- - - eines Bruchstein-Bruchs	-	0,50
7.	Anstrich von Holz oder Eisen, 3mal mit Oelfarbe	□m	0,60

E. Materialbedarf.

1. Ausfugen von Quadermauerwerk erfordert per □m 0,0015 Cbm. Mörtel.
2. - - Bruchsteinmauerwerk erfordert per □m 0,002 Cbm. Mörtel.
3. Bruchsteine in Haufen gesetzt liefern per Cbm. 0,7—0,75 Cbm. Mauerwerk.

4. Kalk, magerer, vermehrt sich beim Löschen um das 1,5—2,0fache seines Volumens.
5. Cement, 185 Klgr. netto per Tonne geben 0,11 Cbm. Cement.
6. Mörtel, die Summe aller dazu verwendeten Materialien (excl. Wasser) = *s* geben 0,75 . *s* Mörtel.
7. Mörtelbedarf des Ziegelmauerwerks . . per Cbm. ist 0,25 Cbm. Mörtel
8. - - Bruchsteinmauerwerks - - - 0,33 - -
9. - - Quadermauerwerks - - - 0,10 - -
10. Quadermauerwerk erfordert per Cbm. 0,03 Cbm. gemahlenen Trass und 0,03 Cbm. gelöschten Kalk (fetten).
11. Bruchsteinmauerwerk erfordert per Cbm. 0,05 Cbm. Trass und 0,03 Cbm. Kalk.

Literatur.[50])

(A bedeutet: Abbildungen.)

a. Allgemeines.

Schmitt, Ed., Der Erdkunstbau auf Strassen und Eisenbahnen (I. 3. Durchlässe). Leipzig 1871.

Normalien, von dem Gouvernement für Indien festgesetzt, betreffend: Uebergänge im Niveau, Wegbrücken, Brückthore, Wegverlegungen und Rampen, wie auch Rampen und Auffahrten bei Stationen. Im Civ. Eng. and Arch. Journ. XXIII. 1860, p. 303, Indian railways.

Normalien für Durchgänge und Durchfahrten unter der Bahn der württemberg. Staats-Eisenbahnen. Eisenbahnztg. III. 1845, p. 57—58. A.

Chemins de fer. Construction des travaux d'art, aqueducs, ponts, tunnels, maisons de garde, barrières, plate-formes. ballast et voies. Texte et dessins types avec métrés estimatifs et notes explicatives par E. Villevert. Paris. Dunod. 1866.

Neumann, L., und C. Wilke, Normale Durchlässe für Strassen und Eisenbahnen.

Wulf, E., Vollständige Anleitung zur Construction massiver Brücken, Durchlässe und Unterführungen.

Müller, Die Brückenbaukunde in ihrem ganzen Umfange. Leipzig.

Schmidt, Heinr., Beiträge zum Brückenbau für angehende Ingenieure. Allgem. Bauzeitung 1869 und Separatabdruck.

Dengler, L., Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde. 1868.

Ahlburg, Der Strassenbau mit Einschluss der Construction der Strassenbrücken. 1870.

b. Zur Berechnung der Dimensionen von massiven Brücken oder zu Beispielen können benutzt werden:

Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-Ermittelungen, von L. Henz, mit 22 Tafeln. Berlin. Ernst u. Korn; oder: Notizblatt des hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. I. 1851/52, p. 68, auch Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preisermittelungen etc. 3. Aufl., p. 164 etc. Berlin. Ernst u. Korn. 1874.

---

50) Auf Wunsch der Verfasser des XI. Capitels wird hier hinzugefügt, dass die in der gegenwärtigen Auflage enthaltenen Vervollständigungen dieses Capitels namentlich die §§ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13c, 16 und 17 ausschliesslich und selbstständig von Herrn G. Osthoff bearbeitet wurden.

Anmerk. d. Redaction.

Vorschriften für Brücken-Anlagen und die Dimensionirung der einzelnen Theile, in: Die Bau-Anlagen der Rhein-Nahe-Bahn. Berlin. Bauztg. XII. 1862, p. 499. A.

Normalien von Brunel und Stephenson, in Ueber englische Eisenbahnbrücken von G. Meyer Zeitschr. d. hannov. Archit.- u. Ing.-Ver. VIII. 1862, p. 281. A.

Kaven, A. v., Ueber einige empirische Verfahrungsarten, die Durchflussweite von kleineren Brücken aus der Grösse des Niederschlagsgebietes zu bestimmen. Civilingenieur 1866.

c. Holz-Constructionen.

Organisation des Baudienstes bei der schweizerischen Centralbahn, von Etzel. Basel. Schweighauser 1854.

Wegbrücken über der Bahn (Normalplan 23 und 24). Anordnung mit 3 Oeffnungen, die mittlere 32′ Lichtweite für 2 Gleise, über einem Einschnitt.

Normalplan XXXV giebt ein hölzernes Sprengwerk über 2 Gleise, XXXVI eine Wegbrücke mit verdübbelten Trägern über 34′ tiefen Einschnitt.

Wegübersetzungen bei geringer Dammhöhe auf den württembergischen Eisenbahnen. Eisenbahnztg. III. 1845, p. 239. A.

Hölzerne Wegbrücken der württembergischen Staatseisenbahnen. Eisenbahnztg. III. 1845, p. 382—385. A.

Brücken-Constructionen zu den Wegübergängen auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain. Förster's Bauztg. V. 1840, p. 300—304. A.

Wegbrücken auf der Mans-Laval-Bahn, von Barreau. Nouvell. annal. II. 1856, p. 22. A.

Wegbrücken der französischen Westbahn mit hölzernen Bögen, in: Martin, sur les travaux etc. du chemin de fer de l'Quest. Annal. des ponts et chauss. XIV. 1857. A.

Pontzen, E., Ueber hölzerne Brücken. 1876.

d. Eisen-Constructionen.

Type de pont vicinal métallique, par M. le Grand. Aus Doppelt-T-Eisen, Längsträger mit gewelltem Blech querüber abgedeckt. Leichtes Geländer von Schmiedeisen. Zeichnungen und Kosten. Nouv. annal. XIV. July 1868, p. 62—64. A.

Brücken über Wege mit beschränkter Höhe bei französischen Bahnen, von Nördling. Eisenbahnztg. VI. 1848, p. 139—142. A.

Brücke von 4m Weite aus gewalztem Eisen und Holz, von Couche. Nouv. annal. II. 1856, p. 131. A.

Typen der eisernen Eisenbahn-Brücken der Genua-Savona Bahn, Nouv. annal. VII. 1861, p 21 und 22. A.

Typus einer Blechbrücke von 5m Weite auf der Neapolitanischen Bahn, von Bella. Nouv. annal. de la const. X. 1864, p. 131—132. A.

Typus einer eisernen Eisenbahnbrücke auf der St. Rambert-Grenoble Bahn, von T. Fontenay. Nouv. annal. IV. 1858, p. 163. A.

Brücken von Eisenblech auf der Verbindungsbahn zu Paris, von Winterstein. Berlin. Bauztg. v. Erbkam. IV. 1854, p 171—182. A.

Schiefe eiserne Wegbrücke auf der Bahn von Dole nach Salins, von Oudry, Nouv. annal. II. 1866, p. 6. A.

Chausseebrücken mit Gewölben zwischen eisernen Längsträgern. Annales des ponts et chauss. 1853. A.

The London railway. Grand Surrey Canal bridge. The Engineer. XXIII. 1867, p. 82. A.

Railway bridges of small span and cross beams of railway bridges. The Engineer. May. 1866. A.

Wegbrücke über einen Einschnitt von 24m Weite auf einer italienischen Eisenbahn, von Vauthier. Nouv. annal. VII. 1861, p. 99. A.

Fusssteig von Eisen auf der Paris-Mülhausen Bahn. Nouv. annal. de la constr. V. 1859, p. 150. A.

Heinzerling, Dr., Brücken der Gegenwart, I. Abth. Eiserne Brücken. — Sammlung ausgeführter Constructionen schmiedeiserner Brücken, gez. und herausgegeben unter Leitung von H. Sternberg in Carlsruhe. Mannheim 1865.

Schwedler, J. W., Resultate über die Construction der eisernen Brücken. Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1865, p. 332 ff. und Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. I. Supplmtband. Wiesbaden 1866.

Hartwich, E., Erweiterungsbauten der rhein. Eisenbahn. III. Abth. Eiserne Brücken. Mit 32 Tafeln. Berlin 1867.

Normalien für eiserne Brücken der österr. Südbahn-Gesellschaft. 1868.

Fränkel, Dr. W., Constr. eiserner Fachwerkträgerbrücken. Civilingenieur und Separatabdruck. Leipzig 1869.

Laissle, Fr., und Ad. Schübler, Der Bau der Brückenträger mit besond. Rücksicht auf Eisenconstructionen I. u. II. Stuttgart 1869 u. 1871.

Heinzerling, Dr., Die Brücken in Eisen. Baumaterial. technische Entwickelung u. Construction. Mit 1172 Holzschnitten. Leipzig 1870.

Stein, Erweiterungsbauten der Berlin-Stettiner Eisenbahn. Berlin 1870.

Normalien eiserner Brücken der österr. Nordwestbahn.

Becker, M., Der Brückenbau in seinem ganzen Umfange. Stuttgart 1873.

Heinzerling, Dr. F., Grundzüge der constructiven Anordnung u. statischen Berechnung der Brücken- u. Hochbau-Constructionen. II. Theil Heft I. Die statische Berechnung der Balkenbrücken. Leipzig 1873.

Winkler, Dr. E., Vorträge über Brückenbau. Eiserne Brücken. Heft II. Gitterträger u. Lager gerader Träger. Wien 1872. — Theorie der Brücken. Heft I. Aeussere Kräfte gerader Träger. Wien 1872/73. — Heft II. Innere Kräfte gerader Träger. Wien. — Heft IV. Querconstructionen. Wien 1876.

Klein, L. v., Sammlung eiserner Brückenconstructionen, ausgeführt bei den Bahnen des Vereins deutscher Eisenb.-Verwaltungen. Neue Folge. Stuttgart 1864—74.

Osthoff, Georg, Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in Curven auf eisernen Brücken. Wochenschr. des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876. Nr. 24, p. 205.

Culmann, Der Bau eiserner Brücken in England u. Amerika. Förster's Bauzeitung 1852.

Asimont, G., Die Berechnung des Tragbalkens mit concentrirter Verkehrslast. Separatabdruck aus der Zeitschr. des bayerisch. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876.

Lentz, H., Die Balkenbrücken von Schmiedeeisen. 1874.

Loewe, F., Ueber variable Belastung von Eisenbahnbrücken. 1874.

Seefehlner, J., Tabelle zur Berechnung der Eigengewichte eiserner Brückenconstructionen für Bahnen. 1874.

Ritter, Dr. A., Elementare Theorie u. Berechnung eiserner Dach- u. Brückenconstructionen.

Eiserne Gehbrücke für Fussgänger und Pferde über einen Einschnitt, 2m zwischen den Trägern; gefällige Construction. Förster's Bauztg. 1864. A.

Kleiner Aquaduct von Blech auf der St. Rambert-Grénoble Bahn. Nouv. annal. III. 1857, p. 124. A.

Geländer von gebogenem Flacheisen. Nouv. annal. VII. 1861. Zeichnungsanlagen zum Januarhefte.

Billiges Brückengeländer von eisernen Röhren, von Gaguin ainé. Nouv. annal. II. 1856, p. 7. A.

Billiges Geländer von Flacheisen. Nouv. annal. III. 1857, p. 62.

Eisenbahn-Viaduct über die Haupt-Allee im unteren Prater bei Wien. Mittelöffnung 15m,17, jede Seitenöffnung 7m,58. Fachwerksbrücke durch Zink-Ornamente verblendet und als Bogenbrücke architectonisch verdeckt. 75° 16′ schief. Zeitschr. d. österr. Ing.-Ver. 1871, p. 328 A.

Eiserne Brücken über Strassen gegen Durchlecken des Regenwassers dicht zu machen, durch Bekleidung mit Zinkblech unterwärts. The Engineer. Juny 28. 1872. A. Auch im Engineering Decemb. 1. 1871, p. 318.

e. Massive Brücken.

Hättasch, Ueber die Bestimmung der ökonomischen Höhe gewölbter Durchlässe in hohen Dammschüttungen. Protocolle der 65. Hauptversammlung des sächsischen Ingen.-Vereins. 1868.

Fritsche, Darstellung einer Construction der Flügel für Brücken, Futtermauern und dergl. Bauten, durch welche bedeutende Materialersparnisse bei gleich grosser Stabilität zu erzielen sind. Ebendas. 1868.

Müller, Studien des Brennerbahnbaues. Organ. f. d. Fortschr. des Eisenbahnwesens. 1869, p. 145 und 193.

Wegbrücke à culées perdues, von Couche, nebst Massenberechnung. Oppermann, Nouv. annal. de la constr. 1855, Taf. 9.

Wegbrücke der St. Rampert-Grénoble Bahn, von T. Fontenay. Nouv. annal. IV. 1858, p. 30—31. A.

Wegbrücke à culées perdues. Nouv. annal. III. 1857, p. 124.

Wegbrücke (Brücke über der Bahn, passage en dessus) à culées perdues der Pyrenäen-Bahn, von Couche. Nouv. annal. I. 1855. A.

Wegbrücke à culées perdues auf der Bahn von Poitiers nach Angoulême und la Rochelle. Nouv. annal. II. 1856, p. 124. A.

Typen von massiven Eisenbahnbrücken der Orleans-Centralbahn, von Nördling. Nouv. annal. de la constr. VIII. 1862, p. 62—63. A.

Französische Normalien für Eisenbahnbrücken, in Berl. Bauztg. v. Erbkam. XV. 1855, p. 360. A.

Schiefe Eisenbahnbrücken der Orleans-Centralbahn, von Nördling. Nouv. annal. de la constr. par Oppermann. 1862. Mai. A.

Kosten kleiner Brücken unter und über der Bahn in der Strecke La Rochelle-Rochefort, von Morandière. Nouv. annal. I. p. 55—56.

Durchschnittskosten von Wegbrücken (passages en dessus, ponts routes), Eisenbahnbrücken (passages en dessous, ponts rails) und Durchlässen der 2. Section der Franz. Westbahn. Nouv. annal. III. 1857, p. 112.

Kosten ausgeführter massiver Brücken in: Compagnie du chemin de fer d'Orléans. Réseau central. Ligne d'Arvant au Lot. Compte rendu statistique de la construction de la section de Murat à Vic-sur-Cère, von Nördling. Dies Werk ist zugleich ein vorzügliches Beispiel von Baustatistik und durch Ueberdruck vervielfältigt jetzt im Buchhandel zu haben.

Schwedler, J. W., Theorie der Stützlinie, Zeitschr. f. Bauwesen. Berlin 1859.

Frauenholz, W., Brückenconstructionslehre für Ingenieure, I. Bd. Steinconstructionen, München 1875.

Heinzerling, Dr., Brücken der Gegenwart, 2. Abth. Steinerne Brücken.

Meyer, Gustav, Ueber englische Eisenbahnbrücken. Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1862, p. 281 ff.

Schwarz, Der Brückenbau. Berlin 1866.

Etzel, C. v., Oesterr. Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt in den Jahren 1857—67. Wien 1864—69.

Heinzerling, Die Bauwaage und ihre Ergebnisse für den Gewölbebau, Zeitschr. für Bauwesen. Berlin 1869. — Analyt.-graph. Construction der Brückengewölbe mit Berücksichtigung ihrer grössten einseitigen Belastung, Zeitschrift für Bauwesen. 1872.

Bauernfeind, C. M., Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde mit erläuterndem Texte. Stuttgart 1872.

Hagen, G., Ueber Form und Stärke gewölbter Bogen. Berlin 1874.

Kaven, v., Dispositon von Brücken und praktische Details. Aachen 1874.

Hoffmann, Ferd., Theoretische und praktische Anleitung zum Entwurfe und zur Ausführung schiefer Ziegel- u. Quader-Brückengewölbe. Allg. Bauz. 1872 u. Separatabdruck.

Wulff, Eb., Vollständige Anleitung zur Construction massiver Brücken, Durchlässe und Unterführungen bis zu 40′ Spannweite mit bes. Berücksichtigung auf den Eisenbahnbau. 1869.

Kaven, v., Der Wegebau, Hannover, 2. Aufl. 1870, p. 515—547.

Osthoff, Ueber Mittel zur wasserdichten Abdeckung von Brückengewölben, Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1877, p. 175.

f. Fahrbahn.

Fränkel, Dr., Construction und Berechnung von Fahrbahnen für eiserne Strassenbrücken. Zeitschr. f. Bauwesen. 1868, p. 175—202.

Laissle und Schübler, Bau- und Brückenträger. 3. Aufl. I. Bd. p. 101—111.

Winkler, Dr., Eiserne Brücken, Heft IV. Querconstructionen.

XII. Capitel.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

Bearbeitet von

Dr. W. Fränkel,
Professor am Polytechnikum zu Dresden.

(Hierzu die Tafeln XXXI bis XXXIV.)

Drehscheiben.

§ 1. Zweck und Anlage der Drehscheiben. — Es ist leicht einzusehen, dass es sehr umständlich wäre, alle Bewegungen der Wagen und Locomotiven, namentlich in bedeutenden Stationen, lediglich mit Hülfe der Weichen (Cap. IX) vornehmen zu müssen, obwohl dieselben in Berücksichtigung ihrer grösseren Einfachheit und namentlich durch die Möglichkeit, mit einer grossen Anzahl von Wagen gleichzeitig unter Benutzung der Zugkraft der Locomotive zu manipuliren, gewisse Vortheile bieten.

Man hat daher Vorrichtungen erfunden, um einzelne Locomotiven und Wagen in schnellerer Weise und mit plötzlicher Richtungsveränderung von einem Gleise auf ein anderes oder in die Remisen, Werkstätten u. s. w. überzuführen. Diese Vorrichtungen sind die Drehscheiben.

Wollte man in Bahnhöfen von belangreichem Verkehr alle Gleise nur mittelst Weichen verbinden, so würde eine grosse Bodenfläche und eine sehr bedeutende Gesammtlänge der Gleise nöthig werden, und überdies würden in Folge der grossen von den Wagen zu durchlaufenden Längen alle Bewegungen sehr zeitraubend und sehr kostspielig sein. Bei Anwendung von Drehscheiben kann auf sehr kleinen Räumen und mit geringem Personale die Auswechselung der Wagen und Rangirung der Züge schnell bewirkt werden, jeder Raum auf dem Bahnhofsterrain lässt sich zweckmässig ausnutzen, es lassen sich daher auch mit Leichtigkeit neue Anlagen den bestehenden bequem anpassen.

Gerade in dieser Beziehung bilden die Mehrzahl der deutschen Bahnhöfe gegenüber den französischen und besonders den englischen Stationen einen Gegensatz. Während man bei den diesseitigen Bahnen die Benutzung der Drehscheiben meist als einen Uebelstand betrachtet und selbst die unvermeidlich nothwendigen Drehscheiben zum Wenden der Locomotiven und Tender in der Regel so legt, dass sie ganz ausserhalb der Betriebsgleise liegen und auf keine Weise zur Verbindung derselben, sondern nur zum Wenden der Maschine benutzt werden können, wendet man in England die Weichen nur für die Uebergangsstellen ganzer Züge an und bewerkstelligt den Bahnhofsverkehr

durch Drehscheiben. In Frankreich, wo die Drehscheiben auf den Bahnhöfen ebenfalls eine ausgedehnte Anwendung finden, werden dieselben in neuester Zeit oft durch Schiebebühnen ohne versenktes Gleis ersetzt, wobei die Schienen der Hauptgleise ununterbrochen bleiben (siehe weiter unten).

Ein Grund, welcher die Anwendung der Drehscheiben in Deutschland erschwert, ist das noch immer häufige Vorkommen der sechs- und achträdrigen Wagen mit grossem Radstande, durch welche grössere und demnach auch schwerere Drehscheiben, sowie eine grössere Zwischenweite der Gleise als für das Drehen der vierrädrigen Wagen nothwendig ist, bedingt wird.

Auch ist im nördlichen Deutschland ein Feind zu bekämpfen, welchen man in England nur in der mildesten Form kennt. Es ist dies der Frost. Festgefrorene Drehscheiben kommen im deutschen Winter nicht selten vor und es kann daher nicht immer auf die rasche und sichere Lösung vieler Drehscheiben gerechnet werden.

Fig. 1.

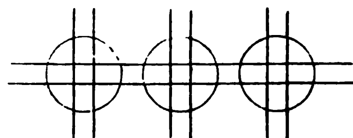
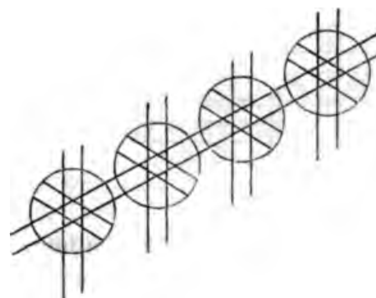
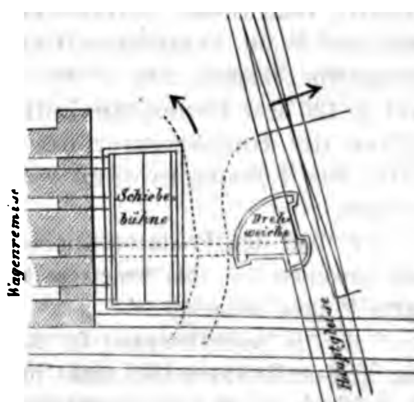


Fig. 2.



Der Hauptübelstand endlich, welcher den Drehscheiben vorgeworfen wird, ist die Unterbrechung der Gleise und die Anlage beweglicher Theile in denselben, wodurch beim Passiren derselben starke Schläge entstehen, die abnützend auf die Betriebsmittel wirken. [Es bestimmt daher § 72 der Grundzüge von den Vereinb. des D. E. V. **In durchgehenden Gleisen sind Drehscheiben unzulässig.**]

Fig. 3.



Berücksichtigt man andererseits, dass die Construction der Drehscheiben in neuerer Zeit in Bezug auf Zweckmässigkeit und Solidität bedeutende Fortschritte gemacht hat, so muss die Anwendung derselben in den Gleisen, wo sich die Züge langsam bewegen, besonders auf Güterbahnhöfen, befürwortet werden.

In Bezug auf die Anlage der Drehscheibenstrasse wird man sich hauptsächlich nach der Grösse der Scheiben und dem disponiblen Raum zu richten haben.

Bei genügendem Raume zwischen den parallelen Gleisen ordnet man die Drehscheibenreihe senkrecht zu der Richtung der Hauptgleise an. (Fig. 1.)

Ist jedoch der Durchmesser der Scheiben grösser als die Entfernung der Gleismitten, so muss die Drehscheibenstrasse geneigt zur Gleisrichtung (Fig. 2) oder zickzackförmig (Fig. 4) angelegt werden. In letzterem Falle bedarf man freilich zweier Quergleise, wodurch die Kosten erhöht werden.

Manchmal ist es wegen Platzmangel nicht möglich, vollständige Scheiben anzuordnen. Dann wendet man ausnahmsweise sogenannte Drehweichen an. Diese werden den Drehscheiben ganz ähnlich construirt, nur befindet sich bei ersteren der Centralzapfen nicht in der Mitte, sondern excentrisch, wodurch dieselben sich als Drehscheibensectoren darstellen. Die Figur 3 zeigt die Anwendung einer Drehweiche im Bahnhofe Stettin der Stargard-Posener Eisenbahn.

Die Drehscheiben dienen auch zur Verbindung convergirender Gleise, wie solche am Ende von Kopfstationen gebräuchlich sind (Fig. 5), sowie der auf Productenladeplätzen und in runden Locomotivremisen vorkommenden Strahlengleise (Fig. 6). Die hierbei entstehenden Gleisdurchschneidungen müssen, der Einfachheit halber, unter möglichst gleichen Winkeln disponirt werden, damit man mit einer geringen Herzstücktypenzahl auskommt.

Fig. 4.

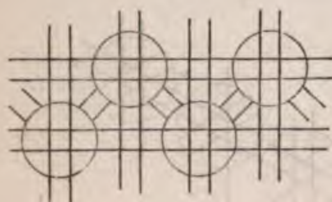


Fig. 5.

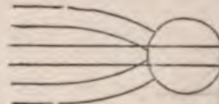
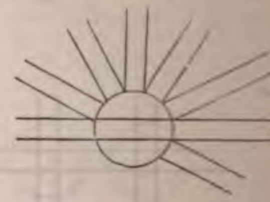


Fig. 6.



§ 2. Grösse der Drehscheiben. — Die Grösse der Drehscheiben richtet sich nach dem Maximalradstande der Fahrzeuge, die auf denselben gedreht werden sollen, und können erstere von diesem Gesichtspunkte in folgende Gruppen getheilt werden:

a. Drehscheiben für Werkstätten zum Drehen von Räderpaaren oder kleinerer Transportwagen, Drehscheiben für Fabrik- und Baugleise.

b. Drehscheiben zum Drehen von vierrädrigen Wagen, vorzugsweise zur Erleichterung des Verschiebdienstes in der Nähe der Güterschuppen, sowie für Personenwagen. Da im Allgemeinen der Radstand der Letzteren grösser als der der Güterwagen ist, so bedingen diese auch etwas grössere Scheibendurchmesser. Die ausgeführten Dimensionen variiren für Güterwagenscheiben zwischen $3^m,25$ (Rheinische Bahn) und $4^m,50$ (Französische Westbahn), für Personenwagenscheiben zwischen $4^m,25$ (Preussische Bahnen) und $5^m,00$ (Paris-Marseiller Bahn). Mit Hinsicht auf die nach § 135 der Grundzüge zulässigen bedeutenden Radstände der Wagen sollten die Durchmesser der Drehscheiben für Güterwagen nicht unter $4^m,40$, für Personenwagen wenn möglich nicht unter $4^m,75$ angenommen werden.[1]

c. Auf den Productenbahnhöfen, vor den Rampen u. s. w. werden auch wohl noch zuweilen 7,5- bis 8metrige Scheiben zum Drehen von sechs- und achträderigen Wagen angelegt.

d. Als Aushülfsmittel für kleinere Stationen, auf welchen die Aufstellung von ganz grossen Drehscheiben nicht lohnt, wo aber hin und wieder das Bedürfniss eintritt Locomotiven zu drehen, verbindet man die Nothwendigkeit einer Drehscheibe für Wagenverschiebungen mit dem hier und da eintretenden Dienst für Locomotiven, indem man der Drehscheibe für Wagen einen etwas grösseren Durchmesser und Tragfähigkeit giebt, um die Locomotive, nach Abkuppelung des Tenders, drehen zu können.

[1]) Vergl. Band II. dieses Handbuchs, p. 18.

Die zu diesem Zwecke bestehenden Scheiben haben einen Durchmesser von 5m,00 (Paris-Lyon) bis 7m,20 (Preussische Bahnen). Da nach § 103 der Grundzüge der Maximalradstand für Locomotiven bei Bahnen mit Curven von 400m Radius 4m,7 erreichen darf, so ist die Gleislänge der für das Drehen der Locomotive allein dienenden Scheiben mindestens zu 5m anzunehmen.

e. Obschon man gegenwärtig eine bequeme Art Kuppelung zwischen Locomotive und Tender allgemein anwendet, so giebt doch das Ablösen und Wiederanhängen des Letzteren zu Zeitversäumnissen Veranlassung. Man pflegt daher auf jedem grösseren Bahnhofe, wo das Drehen von Locomotiven häufig vorkommt, Drehscheiben von solchem Durchmesser anzuordnen, dass eine Trennung des Tenders nicht nothwendig ist. Vergleiche § 68 der Grundzüge: **Auf allen Locomotivstationen ist mindestens eine Drehscheibe nothwendig. Für dieselbe wird ein Durchmesser von mindestens 12m empfohlen, damit Locomotive und Tender verbunden darauf gedreht werden können.** (Nach der Bestimmung des preussischen Ministeriums vom 15. August 1873 soll der Durchmesser womöglich 12m,5 betragen.)

Uebrigens wird die Grösse solcher Drehscheiben sich auch nach dem Constructionsprincip derselben zu richten haben. Soll z. B. das ganze Gewicht der Locomotive sammt Tender vorzugsweise von dem mittleren Zapfen der Scheibe getragen werden, so muss die Maschine so weit auf Letztere vorfahren können, dass der Schwerpunkt der Gesammtbelastung mit der Mitte der Scheibe zusammenfällt. Hierdurch wird ein grösserer Durchmesser bedingt und ist derselbe z. B. bei den Drehscheiben der französischen Nordbahn, wo fünfachsige Engerthlocomotiven benutzt werden, zu 14m,00 angenommen.

Noch weiter geht man in dieser Beziehung in Amerika. Nach Kirchweger's Reisebericht sollen dort Drehscheiben von ca. 15m im Gebrauch sein.[2])

§ 3. Material und Form des Drehscheibenkörpers. — Das Material der Drehscheiben muss der Bestimmung und Grösse derselben angepasst werden.

a. Die kleinen für die Werkstätten und das Innere der Waarenlager dienenden Drehscheiben werden oft aus Holz oder Gusseisen hergestellt. Im ersteren Falle erhalten sie meist blos ein Gleis, da sonst die Ausschnitte der Hölzer an den Ueberplattungsstellen dieselben zu sehr schwächen, wodurch eine geringere Steifigkeit und in Folge dessen vermehrte Widerstände entstehen.

Wo jedoch die Drehscheibe stark benutzt wird und es zu zeitraubend wäre, dieselbe stets um 90° zurückzuführen, ist die Anwendung von mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Gleisen versehenen gusseisernen Scheibenkörpern zweckmässiger. Die Gussplatte mit Verstärkungsrippen unter den Schienen kann bei dem kleinen Durchmesser in einem Stücke gegossen werden.

Bei der Oesterreichischen Staatsbahn sind für Wagen mit kleinen Radständen Drehscheiben von 2m,00 und von 2m,80 im Gebrauch, deren Hauptträger aus einfachen resp. Doppelschienenträgern gebildet werden, die durch 4 Stangen mit dem Centralzapfen in Verbindung stehen.[3])

b. Die zum Drehen der Güter- und Personenwagen dienenden Drehscheiben weisen grosse Verschiedenheit in Material und Form auf. Die älteren wurden meist aus Holz in Form eines Rahmwerkes construirt, in dessen Mitte sich ein gusseisernes Stück zur Aufnahme des Drehzapfens befand. Durch billigen An-

---

[2]) Organ 1867, p. 56.

[3]) Beachtenswerth ist auch eine vom Ingenieur Lindner vorgeschlagene Construction für mobile Drehscheiben, welche zugleich als Drehscheibe, Schiebebühne und Bahnwagen benutzt werden kann. Der Körper derselben ist aus Guss- und Schmiedeeisen combinirt. (Organ 1868, p. 19.)

schaffungspreis verlockend, eignen sich dieselben jedoch höchstens für solche Stellen, wo sie trocken liegen können; im Freien werfen sie sich bald und arbeiten dann nicht mehr leicht und sicher, auch geben sie in Folge der Holzfäulniss zu häufigen Auswechselungen Veranlassung.

Das Holz wurde daher bald durch das Gusseisen verdrängt und es sind jetzt die gusseisernen Wagenscheibenkörper in Frankreich und England wohl die verbreitetsten.

Gewöhnlich versieht man dieselben mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Gleisen und dann bestehen sie, in der Hauptsache, aus einem soliden Gestell mit kräftigen Rippen auf der ganzen Länge unter den Schienen, etwas niedrigeren Verbindungsrippen am Umfange und einem starken Kreuze in der Mitte. Fig. 1, Tafel XXXI. Man findet dergleichen Scheibenkörper von über 4^{m} Durchmesser in einem Stücke gegossen (Oesterr. Südbahn); doch ist es viel vortheilhafter, dieselben aus mehreren Stücken zusammenzusetzen, um den Guss zu erleichtern und das Entstehen schädlicher Spannungen zu verhindern. Auch ist für den Guss nur vorzügliches zähes Gusseisen zu verwenden.

In den Figuren 1^{a} und 1^{b} der Tafel XXXIV ist die $4^{m},6$ im Durchmesser haltende Drehscheibe der Oesterr. Nordwestbahn (gebaut von der Grazer Waggon-, Maschinenbau- und Stahlwerksgesellschaft) dargestellt. Der Körper besteht aus den beiden durchgehenden gusseisernen I-Trägern, zwischen welchen ein Mittelstück mit Stützplatte für den Centralzapfen und zwei peripherische Endstücke befestigt sind. Seitlich von den I-Trägern sind gusseiserne ebenfalls I-förmige Arme zur Aufnahme der Kreuzgleise angebracht.

Bei den englischen Drehscheiben wird häufig nur das eine der sich kreuzenden Gleise von einem gusseisernen, mit Rippen versehenen Gestell getragen, während die Stränge des anderen Gleises freitragend auf dem äusseren, aus Schienen gebildeten Kranze und dem erwähnten Gestelle auflagern (Irlam's Patent).

Obige Constructionen sind jedoch blos für Belastung mit Wagen ausreichend. Wenn dieselben, wie in Frankreich und England, von ganzen Wagenzügen und schweren Locomotiven befahren werden, so kommen, trotz der Vorsichtsmaassregeln, oft Brüche vor.

Man hat daher (französische Nordbahn) das Gusseisen mit dem Holze zu combiniren gesucht. Der Scheibenkörper besteht hier aus einem gusseisernen, in einem Stücke gegossenen Kreuz, welches mit dem aus 2 Theilen bestehenden äusseren Ringe zusammengeschraubt ist. Die zwei sich rechtwinkelig schneidenden Gleise werden von hölzernen Balken getragen, welche ihre Auflagerung an den Flantschen der Gussstücke finden. Doch ist durch die Hinzufügung des Holzes die Sache nur noch schlimmer gemacht, da durch die Balken weder die Steifigkeit der Construction vergrössert, noch die Häufigkeit der Brüche gemindert wird, das Eichenholz aber gewöhnlich nach 8 bis 10 Jahren schon bedeutend angegriffen ist und ausgewechselt werden muss.

Bei den Drehscheiben der Paris-Lyoner Bahn ist eine aus Guss- und Schmiedeeisen bestehende Construction angewandt. Die Hauptträger des einen Gleises, sowie die äusseren Theile der Träger für das kreuzende Gleis haben genietete T-Form. Das mittlere Kreuzstück, sowie der äussere Kranz sind dagegen gusseisern.

Alle oben erwähnten, aus verschiedenen Materialien combinirte Constructionen sind für Drehscheiben, die starke Stösse zu erleiden haben, nicht zu empfehlen. Will man bei Gusseisen bleiben, so ist es am rationellsten, dasselbe ohne Hinzufügung anderer Materialien zu benutzen und den Drehscheibenkörpern verhältnissmässig sehr starke Dimensionen zu geben, damit dieselben durch ihre Masse unempfindlicher gegen die Stösse werden.

In neuerer Zeit werden in Deutschland die Körper der Wagendrehscheiben meist aus Schmiedeeisen construirt. So z. B. aus Schienenträgern, Fig. 2, Tafel XXXI,

bei den Sächsischen Staatsbahnen u. a., aus Schienen mit verticaler Blechfüllung, Fig. 3, Tafel XXXI, aus gewalzten I-Trägern bei verschiedenen preussischen Bahnen. Fig. 4, Tafel XXXII, zeigt eine sehr hübsche derartige Drehscheibe von Van der Zypen und Charlier in Deutz. Diese Constructionen zeichnen sich durch ihr leichtes Gewicht aus, müssen jedoch mit besonders starken Querverbindungen versehen werden, weil sonst beim Drehen der Scheibe eine Deformirung derselben entstehen kann.

Auch in England bürgern sich schmiedeeiserne Drehscheiben immer mehr ein. So werden z. B. dort unter anderen schmiedeeiserne Wagendrehscheiben verschiedener Grösse nach Baine's Patent benutzt (Engineer 1867, p. 179), deren Obertheil ganz aus gewalzten Trägern von dem in Fig. 8^d, Tafel XXXII dargestellten Querschnitte gebildet ist. Die Träger haben eine Höhe von $7^1/_4$ Zoll und eine Dicke von $^3/_8$ Zoll und sind so geformt, dass wenn man dieselben mit ihrem Ober- und Untertheil abwechselnd nach oben kehrt, wie Fig. 8^d zeigt, die Rippen und Rinnen vollkommen ineinander passen und man leicht eine Verbindung durch Zusammenschrauben bewirken kann. Fig. 8^{a-c} zeigen, wie durch das Zusammenfügen der gebogenen Träger ein nach allen Richtungen steifer Rahmen gebildet wird. Das Biegen selbst geschieht durch hydraulischen Druck. Der äussere Kranz des Drehscheibenrahmens liegt mit seiner Unterkante auf den Laufrollen und besteht aus einem nach Fig. 8^e im Querschnitt ausgewalzten Träger. Ein Hauptvortheil dieser Drehscheiben besteht in der leichten Versendbarkeit derselben, weil das Obertheil aus lauter einzelnen, leicht auseinander zu nehmenden Stücken besteht. Doch ist nicht zu verkennen, dass die Materialanordnung in Bezug auf Tragfähigkeit keine rationelle ist.

Endlich wird das Gestell der Wagendrehscheiben auch aus genieteten Blechträgern hergestellt. Eine zweckmässige Construction dieser Art zeigt die 4^m im Durchmesser haltende Drehscheibe der Oesterreichischen Südbahn, Fig. 4, Tafel XXXI. Wenn derartige Scheiben oft von Locomotiven befahren werden, so tritt wohl mit der Zeit eine Lockerung der Verbindung ein. Es ist daher anzurathen, die Niete nur für eine geringe Maximalbeanspruchung (etwa 500 Kilogr. per $\square^{cm}$ des Nietschnittes) zu dimensioniren.

c. Die Drehscheiben, welche zum Drehen der Locomotiven allein oder der Locomotiven sammt Tender dienen, wurden früher ebenfalls aus Holz mit gusseisernem Mittelstück construirt. Es zeigte sich jedoch bald, dass denselben die nöthige Steifigkeit fehlte. Gusseisen, welches man bei verschiedenen Bahnen (Württembergische, Main-Neckar u. a. m.) anwandte, erwies sich ebenfalls gegen die starken Stösse als nicht zuverlässig genug[4]), weshalb man in neuerer Zeit die Hauptträger der Locomotivdrehscheiben meist aus Schmiedeeisen construirt. Vergl. § 69 der Grundzüge: **Die Hauptträger der Drehscheiben für die Locomotiven sollen von Schmiedeeisen oder Stahl construirt werden.**[5]) Letzteres Material dürfte sich in den Fällen empfehlen, wo es auf eine besondere solide Construction ankommt, so z. B. für die Drehscheiben vor oder in den Locomotivschuppen (ringförmige, segment-

---

[4]) Nach Kirchweger's Reisebericht sind in Amerika 15metrige gusseiserne Drehscheiben im Gebrauch. Das Material soll jedoch ein ganz vorzügliches sein.

[5]) Eine der ältesten aus Eisenblech construirten Drehscheiben für Locomotiven und Tender ist die nach Angabe von Flachat von Lemaitre für den Bahnhof der atmosphärischen Eisenbahn zu Nanterre ausgeführte. (Armengaud, Publications industrielles des machines etc. Tome V. Livr. 9.)

förmige Schuppen), da ein Defect hier zu bedeutenden Betriebsstörungen Veranlassung geben kann.

Zur Anwendung gekommen sind, unseres Wissens, gussstählerne Drehscheiben nur in Frankreich (Nordbahnhof in Paris und auf der Ardennes-Linie). Der mittlere Theil der $4^m,50$ im Durchmesser haltenden Platten ist aus einem einzigen, mit radial auslaufenden Armen versehenen Gussstahlstücke gebildet. Die Enden der Arme sind mit einem peripherischen schmiedeeisernen Bande verschraubt. Die Fahrschienen sind angegossen.

Man construirt die zum Drehen der Locomotiven dienenden Scheiben jetzt meist nur mit einem Gleise (also als Drehbrücken), und bestehen dieselben dann in der Hauptsache aus zwei um die Spurweite voneinander entfernten und die Fahrschienen unmittelbar stützenden Hauptträgern, deren Verbindung durch guss- oder besser schmiedeeiserne Querträger, sowie durch horizontale Andreaskreuze aus Flacheisen hergestellt wird. Vergl. Fig. 6^b, Tafel XXXI, und Fig. 2^b, Tafel XXXII. Die Hauptträger ordnet man als Gitter- oder besser, der grössern Steifigkeit halber, als Blechträger an. Zweckmässig ist es, den Querschnitt derselben nicht symmetrisch zu wählen, sondern dem unteren Gurte, als dem hauptsächlich gedrückten, eine grössere Stärke und Breite zu geben, so dass die neutrale Achse unter die Mitte der Trägerhöhe zu liegen kommt.

Der mittlere Querträger ist am häufigsten aus Gusseisen, Fig. 2, Tafel XXXII, oder auch aus zwei gekuppelten Blechträgern mit dazwischen befindlichem gusseisernen Mittelstück gebildet. Fig. 1, Tafel XXXII.

Der übrige Theil der Grube bleibt entweder offen, Fig. 6^b, Tafel XXXI, oder es werden an die Hauptträger seitliche Strebenträger aus Holz oder besser aus Schmiedeeisen, Fig. 5, Tafel XXXI, und Fig. 2^b, Tafel XXXII, befestigt, die den Belag als Abdeckung für die Grube tragen. Diese Streben sind nicht zu schwach zu construiren, damit im Falle einer Entgleisung von Wagen die an letzteren und an der Drehscheibe entstehenden Verletzungen möglichst reducirt werden. In manchen Fällen, Fig. 1^b, Tafel XXXII, werden die Consolträger nur kurz gehalten, so dass an beiden Seiten des Hauptkörpers nur schmale mit Belag versehene Passagen bleiben.

§ 4. Fahrschienen und deren Befestigung. Abdeckung des Drehscheibenkörpers. — Die Schienen auf den Scheiben wurden früher an die gusseisernen Träger angegossen und erhielten einen einfach viereckigen Querschnitt. Jetzt werden sie meist von gewöhnlichen schmiedeeisernen oder stählernen Bahnschienen gebildet[6]) und auf den Trägern entweder direct oder mittelst Klemmplatten, Fig. 6, Tafel XXXI, verschraubt, wobei in manchen Fällen die Kopfplatten der oberen Hauptträgergurte mit versenkten Nietköpfen versehen werden müssen. Man findet wohl auch die Fahrschienen direct auf die Hauptträger aufgenietet und selbst als Armirung des oberen Gurtes angesehen; doch ist dies sowohl aus Festigkeitsgründen, als auch wegen der schwierigen Auswechselung zu verwerfen.

Bei Drehscheiben mit Kreuzgleisen arbeitet man die zusammentreffenden Ecken der Schienen auf Gehrung oder auch stumpf zusammen, wobei für das Passiren der Spurkränze besondere Ausschnitte hergestellt werden müssen, Fig. 4^d, Tafel XXXII. Der grösseren Haltbarkeit halber macht man die Kreuzstellen auch aus einem Hartguss- oder Gussstahlstücke und gilt für die Construction derselben das in Capitel IX, § 25 Bemerkte.

---

6) In Frankreich und England ist die Brückschiene hierzu sehr gebräuchlich.

Bei manchen englischen Drehscheiben befinden sich zwischen den Hauptträgern und den Fahrschienen diagonal unter beiden Gleisen durchgehende Bohlen, wodurch eine elastische Unterlage, sowie ein wirksamer Verband der einzelnen Theile bezweckt wird.

Am häufigsten liegt jedoch die etwa 50^{mm} starke Bebohlung neben (nicht unter) den Schienensträngen und dient als Grubenabdeckung. Zur besseren Entwässerung ist es vortheilhaft, dieselbe etwas schräg zu legen. Die Breite der Bohlen soll, wegen des Werfens, nicht viel über 20^{cm} betragen. Werden für den Bahnhofsdienst Pferde benutzt, so empfiehlt es sich, das Plateau der Drehscheibe mit kleinen Leisten, als Stützpunkte für die Hufe, zu versehen.

Die neueren Drehscheiben sind zwischen den Fahrschienen gewöhnlich mit dünnen, gerippten gusseisernen Platten oder besser mit geriffeltem Eisenblech, welches durch Stösse nicht so leicht bricht, versehen. Der übrige Scheibentheil erhält Holzabdeckung.

Wo jedoch, wie bei den grossen Drehbrücken, nicht die ganze Grube zu ist, sondern an beiden Seiten der Hauptträger sich nur ein auf Consolen ruhendes Trottoir erstreckt, Fig. 1^b, Tafel XXXII, wird am besten auch Letzteres mit Eisenblechtafeln, die mit den Winkeleisen sämmtlicher Träger fest vernietet resp. verschraubt werden und so zur Versteifung des Ganzen beitragen, abgedeckt. Die Stösse dieser einzelnen, möglichst grossen Bleche müssen dann nicht auf den Trägern oder Consolen, sondern zwischen denselben liegen und so vertheilt sein, dass die Stösse in der Breite nicht durchgehen.

Um jederzeit in das Innere der Drehscheibengrube gelangen zu können, müssen in der Scheibenabdeckung bequeme Mannlöcher mit Deckeln angebracht werden. Fig. 1^b, Tafel XXXII.

§ 5. Die Unterstützung des Scheibenkörpers in der Mitte und am Umfange. — Bezüglich der Unterstützungsweise sind folgende Drehscheibenconstructionen zu unterscheiden:

a. Solche, welche im Zustande der Ruhe oder der Bewegung entweder unmittelbar an oder in der Nähe der Peripherie von Rollen getragen werden.

b. Solche, welche theils im Centrum, theils an der Peripherie gestützt werden.

c. Solche, deren Belastung entweder ganz oder doch hauptsächlich in ihrer Mitte durch eine Centralsäule getragen wird (Krahnconstructionen).

d. Solche, welche im Zustande der Ruhe an der Peripherie, bei der Bewegung jedoch im Mittelpunkte die Stützung finden.

Construction a. Bei der Construction a ruht die ganze Last auf den Laufrollen. Der mittlere Zapfen kann entweder ganz weggelassen werden, wenn für die centrische Bewegung der Drehscheibe anderweitig gesorgt wird[7]), oder derselbe dient nur als Führung. Letzteres wird bei kleinen Drehscheiben oft angewandt. Doch ist diese Construction für grössere Lasten aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil der Hauptwiderstand der Reibung an der Peripherie, also an einem verhältnissmässig grossen Hebelarme wirkt, wodurch ein Schwergehen der Scheibe veranlasst wird.

---

7) Z. B. durch horizontale Führungsrollen, wie bei Thorold's Patentdrehscheibe. Vergl. Dingler's Polytechn. Journal Bd. 110, p. 161.

Hierher gehört auch die Patent-Kugeldrehscheibe von G. Weickum (Fig. 2^{a-d}, Tafel XXXIV), welche zwei Laufkränze, einen äusseren *a* und einen inneren *a'*, beide aus je zwei alten Schienen gefertigt, besitzt. Zwischen jedem solchen Schienenpaar laufen in entsprechend eingedrehten Nuthen 52^{mm} im Durchmesser haltende Bessemerstahl-Kugeln, in circa 0^{m},6 Entfernung von einander. Zur Führung dieser Kugeln *cc'* dienen zwei Ringe aus 9^{mm} starkem Flacheisen, in welchen in entsprechenden Entfernungen mit Stahlbüchsen versehene Oeffnungen zum Zwecke der Aufnahme dieser Kugeln angebracht sind (Fig. 2^{b} und 2^{d}). Beide Ringe werden durch Führungsstifte getragen, welche in die durch die Oberschiene und Unterschiene eines jeden Laufkranzes gebildeten Laufrinnen passen.

Der äussere Laufkranz *a* ist mit dem inneren *a'* sowohl im oberen als auch im unteren Theil der Drehscheibe durch radial gestellte Schienenstücke *i* und *k* mit entsprechenden Verlaschungen verbunden. Ebenso ist auch der innere Laufkranz mittelst der Schienenstücke *l* versteift.

Durch die Anwendung von Kugeln anstatt der gewöhnlichen in Lagern gehenden Laufrollen soll die Bewegung der Drehscheibe erleichtert werden.[8])

Construction b. Bei der Construction betragen die Laufrollen nur einen Theil der Last, während der übrige Lasttheil seine Stützung auf dem Mittelzapfen findet Das Vertheilungsverhältniss selbst muss sich nach der Constructionsart, dem Material und der Fundationsmethode der Drehscheiben richten. So wird man bei gusseisernen Drehscheiben eine ziemlich gleichmässige Lastvertheilung als die zweckmässigste ansehen müssen, weil bei diesem Material eine Concentration der Inanspruchnahme nicht räthlich erscheint, während man bei den schmiedeeisernen Drehscheiben, zur Erreichung eines leichten Ganges derselben, das Princip befolgen wird, den grössten Theil der Belastung vom Mittelzapfen tragen zu lassen und den Laufrädern nur die Differenz der Belastungen beider Scheibenhälften zu tragen geben wird. Eine derartige Lastvertheilung wird aber erreicht werden, wenn im unbelasteten Zustande die Drehscheibenlaufräder auf einer Seite über den Laufkranz sich erheben.

Um die hierfür nöthige Höhenjustirung der Unterstützungspunkte vornehmen zu können, wird der Scheibenkörper in der Mitte entweder mittelst Schraubenbolzen an das auf den Centralzapfen sich stützende schmiedeeiserne Druckhaupt angehangen, Fig. 2, 3, 4, Tafel XXXI und Fig. 1, 2, 4^{b} und 8^{b}, Tafel XXXII, oder es stützt sich der mittlere gusseiserne Querträger und durch denselben der ganze Scheibenkörper mittelst eines verstellbaren Keiles auf den Centralzapfen, Fig. 6^{d}, Tafel XXXI. Erstere Anordnung ist im Allgemeinen vorzuziehen, da der Druckzapfen bei derselben kürzer gehalten werden und auch das Schmieren leichter erfolgen kann. Bei Anwendung von 4 Aufhängungsschrauben, die meist mittelst Vorsteckkeilen in den Angusshülsen des gusseisernen Querträgers befestigt werden, können übrigens bei ungleichmässigem Anziehen leicht Pressungen entstehen. 2 Schrauben von gehöriger Stärke sind daher vorzuziehen, Fig. 1^{b} und 4^{c}, Tafel XXXII.

Um die Betriebsstösse auf den Drehscheibenkörper weniger intensiv wirken zu lassen, hat Hohenegger eine Aufhängung desselben mittelst Volutfedern (Fig. 1^{a} und 1^{b}, Taf. XXXIV) bei der Oesterr. Nordwestbahn angeordnet. Diese verhältnissmässig billige Maassregel bewährt sich sehr gut.

[8]) Vergl. übrigens die kritischen Bemerkungen über G. Weickum's Erfindung vom Eisenbahnbetriebs-Inspector R. Siehr in Cöslin (Organ 1873, p. 97).

Der Centralzapfen besteht meist aus Schmiedeeisen mit gehärteten Enden oder auch mit Gussstahleinsatz, Fig. 2[a], Taf. XXXII. Am besten ist es, denselben bei kurzen Längen ganz aus gehärtetem Gussstahl anzufertigen, Fig. 1[a] und 1[c], Tafel XXXII. Die Stützung geschieht auf einer stählernen Platte, welche in einem besonderen Spurlager, dem sogenannten Königsstuhl, eingelegt ist. Behufs Justirung wird die Platte zuweilen in eine besondere, durch Stellschrauben zu verschiebende Pfanne eingelegt, welche ihrerseits sich in einem mit dem Fundamente fest verbundenen Gussstücke befindet, Fig. 6[d], Tafel XXXI.

Anstatt die Stahlplatte direct in den Königsstuhl einzulegen, wendet man zu ihrer Stützung in manchen Fällen ein besonderes schmiedeeisernes Mittelstück, den Königszapfen an, welcher meist direct in das gusseiserne Fundamentstück eingelassen ist. Fig. 1[a], Tafel XXXI.

Die Flächen des Königsstuhles oder Königszapfens einerseits und des mittleren gusseisernen Querträgers andererseits müssen, soweit sie ineinander gehen, sauber abgedreht werden. Der Scheibenkörper muss sich auf dem Königsstuhle frei und ohne Zwängen bewegen und der Centralzapfen genau in der Mitte der Drehscheibe stehen.

Damit der Zapfen allein sich nicht drehen kann, ist derselbe entweder auf einen Theil seiner Länge mit einem viereckigen Querschnitt versehen und in das Druckhaupt eingelassen, oder es erhält derselbe einen Keil von Gussstahl, Fig. 1[a], Tafel XXXII., welcher in einer entsprechenden Nuth des Druckhauptes seinen Platz findet.

Da es auf eine unveränderliche Lage des mittleren Scheibenstützpunktes sehr viel ankommt, so thut man gut, über dem Druckhaupte einen verschliessbaren Deckel anzubringen, welcher gleichzeitig das Schmiermaterial vor Staub schützt.

Eine interessante Stützungsart der Scheibenmitte haben nach Kirchweger's Reiseberichte[9]) die grossen gusseisernen Drehscheiben für runde Maschinenhäuser in Amerika. An den Enden der Hauptträger befinden sich kleine Laufrollen, welche, wenn Gleichgewicht hergestellt ist, 3 bis 4^{cm} frei über dem Rollkranze schweben. In der Mitte ist ein aufrecht stehender gusseiserner Zapfen mit einem System von konischen Frictionsrollen angebracht, und zwar liegen 10 Stück Kegelrollen von Stahl zwischen harten Platten. Mit eingestecktem Hebebaum dreht ein einziger Mann die schwerste Maschine.[10])

Die Laufräder, welche nach Obigem am zweckmässigsten nur die ungleichmässige Belastung der Drehscheibe zu tragen haben, sind soweit als möglich nach auswärts zu legen, um beim Befahren der Drehscheibe eine gute Stütze gegen das Kippen zu bieten, d. h. also, um den beim Einfahren wirkenden Hebelarm der Last in Beziehung auf diese Stützpunkte so klein als möglich zu machen.

Für den leichten Gang der Drehscheibe ist es ferner von Wichtigkeit, dass die Lauf- (eventuell Treib-) Räder genau radial montirt sind und in dieser Lage festgehalten werden. Jede Abweichung von dieser Lage erschwert den Gang der Drehscheibe und richtet die Räder und die Zapfenlager zu Grunde.

---

[9]) Organ 1867, p. 56. Siehe auch Gleim's Aufsatz über amerikanische Brücken in der Zeitung des Hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. Bd. XXII, Tafel 666.

[10]) Eine ganz ähnliche Einrichtung mit aus je zwei an der Basis zusammengewachsenen Kegeln gebildeten Frictionsrollen ist den 6. Januar 1853 Ed. Will Newton patentirt worden. (London Journal of arts C. S. V. 42, p. 8.) Während die Neigung der inneren Kegelflächen genau der Neigung der entsprechenden Plattenrinne gleich ist, weichen diese Neigungen für die Flächen der äusseren Kegel etwas von einander ab, wodurch eine Führung der Rollen erreicht wird.

Vergleiche auch die im Engineer 1861, p. 4 beschriebene Drehscheibe von Hugh, bei welcher die Stützung sowohl der Scheibenmitte als auch des Scheibenumfangs auf Kugelkränzen erfolgt.

Man erkennt die unrichtige Stellung der Radachsen während des Ganges der Drehscheibe dadurch, dass Letztere sich stellenweise sehr schwer und, nach einem dumpfen Tone aus der Grube, plötzlich wieder leicht bewegen lässt. Das Rad war nämlich in Folge der unrichtigen Stellung der Achse soweit von seinem richtigen Wege abgelaufen, bis dasselbe gewaltsam und zwar mit einem Rucke wieder in denselben gedrängt wurde.[11])

Die Laufrollen (Laufräder) unter der Drehscheibe können in dreierlei Weise angeordnet werden.

1) Die Laufrollen liegen bei älteren Constructionen in mit dem Fundamente der Drehscheibe fest verbundenen Lagern.[12]) Vergl. Fig. 7, Tafel XXXI. Man versuchte, des besseren Gusses halber, dem Rollenumfange eine abgerundete Form zu geben, doch nutzten sich hierbei sowohl die Rollen als auch der Laufring rasch ab, die Achslager liefen sich bald aus, was zum Seitwärtskippen und daher zum Brechen der Zapfen Veranlassung gab. Zweckmässiger ist es, den Laufrollen die Form eines abgestumpften Kegels zu geben, dessen Spitze sich im mittleren Drehzapfen der Scheibe befindet.

Jetzt wird jedoch die beschriebene Einrichtung nur für kleinere Werkstätten- oder Baugleisedrehscheiben benutzt. Hier ist es zweckmässiger, wegen der leichteren Reparatur, die Rollen mit festen Achsen zu versehen, welche in den festen Lagern ruhen und bequem herausgenommen werden können.

2) Die Achsen der Laufräder drehen sich in an der Scheibe befestigten Achslagern, haben also zugleich eine fortschreitende Bewegung, z. B. Fig. 2, Tafel XXXII. Diese Construction ist für die grossen, schwere Lasten tragenden Drehscheiben die gebräuchlichste, da man hier den Durchmesser der Laufräder viel grösser als bei der Construction b. 1 annehmen darf, insofern sogar ein Hervorragen der Räder über die Oberfläche der Scheibe zulässig ist. Je grösser aber der Raddurchmesser gemacht werden kann, desto leichter ist der Gang der Scheibe.

Die Laufräder werden entweder aus Gusseisen mit gehärteten Laufflächen oder mit schmiedeeisernen resp. stählernen Bandagen gefertigt. Letztere müssen jedoch sehr sorgfältig warm auf die gusseisernen Radkörper aufgezogen werden, nachdem vorher die betreffenden Flächen etwas concav abgedreht worden sind. Das Befestigen der Bandagen durch Verschraubung oder Vernietung ist unzulässig, da beim Gebrauch die Bandagen sich leicht strecken und dann lose werden. Der verwendete Stahl muss bester Qualität sein. Nach dem Erkalten müssen die Bandagen zum letzten Abdrehen gelangen, da auf die genaue kreisrunde Gestalt der Laufräder sehr viel ankommt.

Die Sächsischen Staatsbahnen wenden für die Drehscheiben Laufräder mit gusseisernen Naben, schmiedeeisernen im Kranz geschweissten Speichen und einen 2,5^{cm} starken, abgedrehten schmiedeeisernen Reifen an. Diese Räder widerstehen den Stössen sehr gut und sind nicht theurer als gusseiserne Räder, welche bei weit geringerer Festigkeit ein wesentlich grösseres Gewicht haben.

Die Naben der gusseisernen Laufräder erhalten schmiedeeiserne, warm aufgezogene Ringe, und es geschieht die Befestigung der Räder auf die Achsen mittelst starker Pressung und Aufkeilung.

---

[11]) R. Paulus, der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. p. Südbahn-Gesellschaft bis zum Ende des Jahres 1867.

[12]) Ein Patent für eine derartige Construction des Elisha Oldham zu Cricklade, Grafschaft Wilds, datirt vom 8. Febr. 1841. Dingler's Polyt. Journ. Bd. 84, p. 258.

In Bezug auf die Längen dieser aus Feinkorneisen herzustellenden Achsen kann man 2 Constructionsformen unterscheiden. Bei den kleineren Drehscheiben mit Doppelschienenträgern der Sächsischen Staatsbahnen, Fig. 2, Tafel XXXI, sowie bei den grossen Drehscheiben der Oesterreichischen Südbahn, Fig. 6^b, Tafel XXXI, u. s. w. sind die Achsen kurz gehalten und es befinden sich die beiden Achslager bei den Ersteren an einem und demselben gusseisernen Querträger, bei den Letzteren dagegen an zwei concentrisch nebeneinander laufenden genieteten Endquerträgern.

Meist ist jedoch nur je ein Querträger vorhanden, welcher so weit verlängert wird, dass er das eine Lager der Laufradachse trägt, Fig. 1^b, Tafel XXXII. Das andere Lager der nach dem Mittelpunkte der Drehscheibe gerichteten und meist schwach konisch gehaltenen Achse findet einen Platz entweder unter dem Hauptträger, Fig. 4^a, Tafel XXXI, oder auf den an die Hauptträger befestigten Consolen, Fig. 2^a, Tafel XXXII, oder endlich, es ist dieses innere Lager selbst consolartig gegossen und an den Hauptträger festgeschraubt. Je nachdem man den einen oder den anderen der eben erwähnten Fälle vor sich hat, wird natürlich auch die Construction der Achslager verschieden ausfallen. Jedenfalls erhält das bei starkem Drucke am besten aus Schmiedeeisen construirte Lager auf der Seite, gegen welche der Druck wirkt, ein metallenes (Rothguss-) Futter, während auf der entgegengesetzten Seite am zweckmässigsten die Schmiervorrichtung angebracht wird. (Z. B. Docht, welcher durch Federn an den Lagerhals gedrückt wird. In Oel getränkte Baumwolle leistet bei gutem Schlusse auch lange Zeit Dienst.)

Zur Verminderung des Reibungswiderstandes in den Achslagern sind Frictionsrollen angewandt worden. Bei der circa 12 meterigen Drehscheibe im Güterbahnhofe zu Dresden stützte sich jede Laufradachse gegen je eine Frictionsscheibe aus Gussstahl, deren Durchmesser circa 0,4 des Laufraddurchmessers beträgt, Fig. 8, Tafel XXXI. In neuem Zustande gehen derartige Drehscheiben sehr leicht. Doch hat die Frictionsscheibe, hauptsächlich wenn die Hauptträger der Drehbrücke nicht sehr stark gehalten werden und beim Darüberfahren der Locomotiven sich stark einbiegen, keinen sicheren Stand. Der Druck des Laufrades wirkt einseitig, wodurch in kurzer Zeit die scharfen Scheibenräder abgedrückt werden und überhaupt durch die eintretende Lockerung der leichte Gang der Drehscheibe verschwindet.

Zweckmässiger ist die in Fig. 5, Tafel XXXII dargestellte Construction der Achslager mit einem die Achse umgebenden Kranze von kleinen cylindrischen stählernen Frictionsrollen von etwa 2,5^{cm} Durchmesser.

Die Laufräder haben bei ihrer Bewegung auf dem kreisrunden Laufkranze das Bestreben, sich in tangentialer Stellung zu erhalten, wodurch eine seitlich auf die Achsen wirkende Kraft hervorgerufen wird. Es ist daher, hauptsächlich bei Lagern mit Frictionsrollen, zweckmässig, zur Centrirung der Laufradachsen besondere Bügel, Fig. 7, Tafel XXXII, anzuwenden.

3) Die Laufrollen drehen sich zwischen 2 Laufringen, von denen der eine am Fundamente, der andere an der Scheibe befestigt ist. Die richtige Entfernung der Rollen von der Scheibenmitte wird durch centrale Stangen fixirt, um welche sich die Rollen drehen und die mit dem einen Ende an einem um das Lager des Centralzapfens beweglichen Ringe befestigt sind.[13] Fig. 1,

---

[13]) Bei der Sieber'schen Drehscheibe (Génie industriel, 1864) sitzen die Laufrollen fest auf den Centralstangen und es drehen sich Letztere in Lagern, die in dem mittleren, den Centralzapfen umgebenden Ringe angebracht sind.

Tafel XXXI. Die gegenseitige Entfernung der Rollenachsen wird entweder durch Traversen erhalten. Fig. 1, Tafel XXXI, oder es befinden sich die Rollen zwischen zwei schmiedeeisernen Ringen, welche auf den Centralstangen befestigt sind und letztere gegeneinander unveränderlich festlegen.

So construirte Drehscheiben zeichnen sich durch ihre leichte Beweglichkeit aus, weil die Laufrollen hier die Belastung nicht auf ihre Achsen, sondern auf den Umfang erhalten, demnach bei der Bewegung blos wälzende Reibung verursachen. Auch sind hier die Missstände, welche bei Abnutzung einzelner Rollen entstehen, weniger fühlbar als bei den beiden vorher beschriebenen Einrichtungen. Andererseits erfordern derartige Drehscheiben zwei Laufringe statt eines und sind deswegen etwas theurer. In Frankreich und England ist diese Construction für kleine und mittlere Drehscheiben die gebräuchlichste.

Die Laufrollen stehen gewöhnlich vertical und haben eine konische Form, welcher auch die beiden Laufringe an der Drehscheibe und dem Fundamente entsprechen müssen. Hierbei tritt jedoch der Nachtheil ein, dass die unvermeidliche geringe Seitenbewegung der Scheibe, welche bei dem Darüberfahren der Wagen entsteht und für welche auch bei dem Centralzapfen genügende Luft gelassen werden muss, ohne bedeutende Stösse nicht vor sich gehen kann. Auch entsteht hierbei eine theilweise Entlastung einiger und Ueberlastung der übrigen Rollen.

Diesem Uebelstande kann abgeholfen werden, indem man die konischen Laufrollen um den Betrag ihrer Konicität neigt, so dass die oberen Tragflächen in eine horizontale Ebene zu liegen kommen und die Scheibe mit einem ebenfalls horizontalen Laufring sich auf dieselben stützt. Hierbei muss natürlich das letzte Stück der radialen Laufrollenachsen entsprechend umgebogen werden und ist dann z. B. die von van der Zypen und Charlier in Deutz ausgeführte Construction, Fig. 4, Tafel XXXII, bei welcher die Centralstangen nur kurz gehalten und an einem ringförmigen U-Eisen befestigt sind, das durch T-förmige Centralstäbe mit dem um den Königsstuhl drehbaren Ringe in Verbindung steht, zu empfehlen.

Bei der unter Construction a beschriebenen Patentkugelscheibe von Weickum (Fig. 2^{a-d}, Tafel XXXIV) sind statt Rollen mehrere zwischen zwei Laufringen sich wälzende Kugeln angebracht.

Construction c. Bei der Construction c trägt (ähnlich wie bei einem Krahne) eine starke Mittelsäule die Scheibe, welche durch Steifen gegen die erstere abgestrebt ist. Ausserdem sind, zur Unterstützung des Umfanges, zuweilen noch Rollen angebracht.

Diese in Frankreich und hauptsächlich in England zur Anwendung gekommene Construction hat den Zweck, folgende Uebelstände der ad b beschriebenen Einrichtungen zu umgehen.

Durch die Ausbreitung der tragenden und bewegten Theile über zwei getrennte Fundamente, von denen das eine ringförmige den Laufkranz, das mittlere blockartige den Mittelzapfen der Scheibe trägt, ist ein vollkommen gleichmässiges Setzen unmöglich gemacht; besonders ist das äussere ringförmige durch seine grössere Erstreckung beim Froste stellenweisen Veränderungen, Hebungen und Senkungen unterworfen, denen das auf ihm ruhende Rollgleis folgen muss, wodurch ein Schwergehen der Scheibe erzeugt wird.

Der zweite Uebelstand bedingt an und für sich eine grössere zum Umdrehen der Scheibe nöthige Kraftanstrengung, denn da die Reibung an den Rollenachsen beinahe am Umfange der Scheibe thätig ist, so wird es eines bedeutend langen

Hebels bedürfen, um günstig auf die Bewegung der Scheibe zu wirken, wenn die Maschine darauf steht, wo die Rollen jederzeit wenigstens auf einer Seite bedeutend gepresst werden.

Den dritten Mangel lassen meteorologische Einflüsse am meisten ans Licht treten, indem sich nämlich auf dem horizontalen Gleise im Winter durch den an der Sonne am Tage auf der Oberfläche der Scheibe thauenden Schnee, der als Wasser durch die Spalten der Bedielung tropft und unten in der Kälte auf dem Eisen wieder gefriert, Eishöcker und Klumpen bilden, die oft den Gang der Drehscheibe ausserordentlich erschweren.

Diese drei erwähnten Missstände zu eliminiren, suchte zuerst Elias Robinson Handcock in Birmingham, dessen am 28. Decbr. 1840 [14]) patentirte Drehscheiben-construction eine mittelst eines stählernen Zapfens auf einem hohen, säulenartigen Untergestell ruhende Scheibe zeigt, deren Peripheriepunkte durch Steifen gegen ein die Centralsäule umgebendes röhrenförmiges Gehäuse abgestrebt sind. Zwischen der Säule und dem sie umgebenden Rohre befanden sich eiserne Halsringe behufs Verminderung der Reibung und Verhütung der während des Drehens der Scheibe entstehenden Vibrationen.

Eine wesentliche Verbesserung erreichte Handcock später dadurch, dass derselbe den röhrenförmigen Mantel der Centralsäule in zwei ringförmige durch lange Schraubenbolzen mit der eigentlichen Scheibe fest verbundene Gehäuse verwandelte, deren jedes vier horizontale Frictionsrollen enthielt, um dem Druck in irgend einer Richtung zu begegnen und stets ein freies Bewegen der Drehscheibe zu ermöglichen. Nach ähnlichen Principien construirte Drehscheiben, jedoch blos mit einem unteren Rollringe, haben auf der Chemnitz-Risaer Bahn Anwendung gefunden und sind dieselben von M. M. v. Weber beschrieben. [15])

Construction d. Die zuletzt beschriebenen Constructionen zeichnen sich, in Folge der Concentration der Belastung auf den Mittelzapfen, durch leichte Beweglichkeit aus. Andererseits giebt aber gerade das verhältnissmässig sanfte Aufliegen der Drehscheibe an ihrem Umfange, beim Auffahren der Locomotiven, zu bedeutenden Schlägen Veranlassung.

Es hat daher am 22. Juni 1843 Sam. Ellis, Ingenieur zu Manchester, sich eine Anordnung patentiren lassen [16]), bei welcher die Platform der Drehscheibe, wenn dieselbe ausser Bewegung ist, mit ihrem Umfange fest und sicher auf einer starken Unterlage zu liegen kommt, dagegen in dem Moment, wo die Scheibe gedreht werden soll, vermittelst eines Hebels rasch in ihrem festen Centrallager gehoben werden und sich nun um eine Centralachse drehen kann. Dieser Hebel ist, je nachdem es erforderlich ist, mit einer Schnellwaage verbunden, um die Belastungen messen zu können, denen die Drehscheibe unterliegt. Hierdurch wird aber die Anlage complicirter und häufigen Reparaturen unterworfen.

Die nach Ellis' Princip construirte Drehscheibe hat später Nillus [17]), hauptsächlich in Bezug auf die Stützung und Führung des Centralzapfens verbessert, und es wurden derartige Drehscheiben ausser in England z. B. auch auf der ganzen Bahnlinie von Rouen nach Havre eingeführt.

---

[14]) London Journal of arts. Septbr. 1841, p. 126 und Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 82, p. 166.

[15]) Die Drehscheiben der Chemnitz-Riesaer Bahn von M. M. v. Weber. Organ 1847, p. 40.

[16]) Repertory of patent inventions 1845, p. 137 und Dingler's Polyt. Journal, Bd. 96, p. 89.

[17]) Armengaud, Publications industr. Tome V, Livr. 9.

Bei Broomann's Drehscheibe, Patent 1847 (Polyt. Centralbl. 1848, p. 308), ruht die untere Fläche der Mittelsäule auf einem Zapfen, der wie der Presskolben einer hydraulischen Presse durch mit einer Druckpumpe eingedrücktes Wasser um die erforderliche Grösse gehoben werden kann. Doch ist dieser Mechanismus zu complicirt und in der Unterhaltung unvortheilhaft.

Während bei den zuletzt beschriebenen Constructionen der Centralzapfen mit der Platform und der darauf befindlichen Last gehoben werden muss, wenn eine Drehung der Scheibe vorgenommen werden soll, verfolgten Mallet und Dawson[18]) bei der von ihnen angegebenen Construction das (richtigere) umgekehrte Princip, insofern dieselben den Rand der Scheibe auf gusseiserne centrisch abgedrehte, jedoch excentrisch auf ihren Achsen sitzende Rollen aufruhen liessen. Durch einen Hebel ist es leicht möglich, Letztere vom Scheibenrande zu entfernen oder gegen denselben anzudrücken.

Die ad c beschriebenen krahnartigen Drehscheibenconstructionen mit hoher Mittelsäule sind sowohl an sich, als auch wegen der tiefen Gründung kostspielig. Sie werden daher jetzt meist durch neuere Constructionen mit niedrigeren Gruben ersetzt, wobei nach Mallet's Vorgang Platformrandstützung benutzt wird.

Bei einer grossen Anzahl der neuesten Drehscheiben in Frankreich, Belgien, England[19]) und Deutschland wird das Princip befolgt, die sich drehende Scheibe auf dem Mittelzapfen allein zu stützen. Fig. 3, Taf. XXXII zeigt die Entlastungsvorrichtung der Hauptträger bei der Drehscheibe der französischen Nordbahn. Letztere erhält einen Durchmesser von mindestens 14^{m},00, damit die Locomotive sammt Tender weit genug vorfahren kann, so dass der Gesammtschwerpunkt der Last mit der Mitte der Scheibe zusammenfällt. Die Führer merken sich bald die hierzu nöthige Stellung. An den Enden der in der Mitte 0^{m},90 hohen und bis 0^{m},60 sich verjüngenden Hauptblechträger befinden sich gusseiserne, 0^{m},60 im Durchmesser haltende Laufrollen, die jedoch für gewöhnlich bei unbelasteter Brücke 0^{m},006 über dem Rollkranze schweben, während die Stützung durch vier, schwach zulaufende Riegel von 0^{m},085 Höhe und 0^{m},075 Breite erfolgt, von denen je ein Paar durch einen gemeinschaftlichen Hebel mit der Uebersetzung von 1 zu 16 bewegt werden kann.

Ist die Maschine mit dem Tender aufgefahren, so werden die Riegel zurückgezogen, die ganze Last überträgt sich nun auf den Mittelzapfen, die Hauptträger biegen sich um höchstens 0^{m},002, so dass zwischen den Rollen und dem Rollkranze noch ein Zwischenraum von 0^{m},004 bleibt. In diesem Zustande kann die Drehscheibe von 2 Mann ohne Handbäume gedreht werden.

Nur für den Fall, wenn man das Festriegeln der Scheibe vergessen hätte, würden die am Umfange befindlichen Rollen zur Stützung gelangen.

Von der Maschinen-Aktiengesellschaft zu Nürnberg wurden in den letzten Jahren eine grosse Anzahl Drehscheiben für Locomotiven und Tender nach der Construction des technischen Directors Werder ausgeführt, bei welchen die Anordnung getroffen ist, dass bei der Umdrehung einer Welle vier an den Enden der Hauptträger angebrachte Stützschrauben gleichzeitig auf die Schienen des Laufkranzes niedergedrückt werden können. Mit diesem Entlastungsmechanismus sind auch zwei horizontale Stellriegel in Verbindung gebracht, welche beim Niedergehen der Stützschrauben die Drehscheibe zugleich feststellen. Dergleichen Drehscheiben werden

---

18) Mechanical Magaz., Bd. 46, p. 146. Auch Dingler's Polyt. Journal, Bd. 104, p. 321.

19) Schon seit 1851. Nach den Reisenotizen des Geh. Reg.- und Baurath Henz. Organ 1853, p. 141.

mit sehr gutem Erfolge von den Bayerischen Staatsbahnen, von der Hessischen Ludwigsbahn u. m. a. benutzt.

In den Fig. 3^{a-b} auf Taf. XXXIV ist die Entlastungsvorrichtung der Hauptträger an den Wagen-Drehscheiben der Frankfurt-Hanauer Bahn dargestellt. Je zwei an einer gemeinschaftlichen Achse a sitzende Excentrics $\gamma\gamma'$ greifen unter die gusseisernen Knaggen $h\,h'$ des Scheibenkörpers und können denselben um 3^{mm} heben. Die Bewegung der Excentrics geschieht mittelst des Hebelsystems $f\,d\,c\,b$, wie aus den Figuren ersichtlich. Ebenso ist auch die Bewegungs-Uebertragung auf die am entgegengesetzten Ende der Scheibe angebrachten Excentrics (Fig. 3^a) mittelst der Stangen c' und dem Hebel b' leicht verständlich.

Seit mehreren Jahren sind auch in den Gleisen mehrerer industrieller Etablissements in Oldenburg einige nach diesem Princip vom Baudirector Buresch construirte und in Fig. 3, Tafel XXXI dargestellte Drehscheiben von 7^m Durchmesser in Gebrauch.[20] Dieselben werden für Wagen von einem Bruttogewichte von 330 Ctr. und mehr täglich benutzt. Das Drehen selbst geschieht ausserordentlich leicht; die Arbeiter bewirken es mit viel weniger Kraftaufwand als das Fortschieben der Wagen auf der Bahn. Das richtige Centriren der mit höchstens 5^m weiten Radständen versehenen Wagen der dortigen Bahn ist von den Arbeitern leicht erlernt worden.

Der Hergang beim Gebrauche der Drehscheibe ist einfach der, dass dasjenige Ende derselben, von welchem der zu drehende Wagen aufgefahren werden soll, durch die zugehörigen Keile in gleicher Höhe mit der Bahn unterstützt wird, während das andere Ende frei schwebend bleibt. Man schiebt den Wagen dann auf und arretirt denselben, sobald das vordere Ende der Drehscheibe etwas zu sinken beginnt, wodurch das unterstützte Ende derselben dann wieder frei und die Drehscheibe bewegbar wird. Nachdem der Wagen für beide Richtungen sicher verlegt ist, dreht man, unterstützt das vordere Ende der Drehscheibe mit dem losen Keil, so dass dasselbe in Bahnhöhe liegt, schiebt den Riegel vor und fährt den Wagen ab. Diese Drehscheiben zeichnen sich durch ihre ausserordentliche Billigkeit aus.

Auch bei den schon oben erwähnten gussstählernen Drehscheiben der französischen Nordbahn und der Ardennenlinie ist die Stützung der sich drehenden Scheibe nur auf den Mittelzapfen durchgeführt.[21] Besonders interessant ist aber hier die Unterstützungsweise des Scheibenumfanges im Ruhezustande mit Hülfe von acht beweglichen Stützsäulchen, Fig. 6, Tafel XXXII. Dieselben bestehen aus je 2 Theilen eines und desselben verticalen Cylinders, deren Trennung eine gebrochene schraubenförmige Fläche bildet. Der obere Theil kann sich um eine verticale Achse, die zu gleicher Zeit zur Befestigung des unteren Cylinderstückes an das Fundament der Scheibe dient, drehen, wobei eine Erhöhung oder Senkung dieses oberen Cylindertheiles um circa $0^m,02$ erfolgt, wodurch der Centralzapfen der Drehscheibe entlastet oder belastet wird. Durch die besondere Gestalt der Trennungsfläche wird erreicht, dass sowohl in der höchsten als auch in der tiefsten Stellung der obere Cylindertheil eine feste Stützung auf dem unteren findet.

Um eine gleichzeitige Drehung der acht Unterstützungssäulchen zu ermöglichen, sind dieselben äusserlich mit angegossenen horizontalen Zahnkränzen versehen, in welche eine im Grundrisse polygonal laufende Gliederkette eingreift, die mittelst eines kleinen Vorgeleges nach einer oder der anderen Seite gezogen werden kann.

Um ferner die Hauptträger der erwähnten Drehscheibe schwächer in den Dimensionen halten zu können, befindet sich zwischen dem Centralzapfen und den Unterstützungssäulchen noch ein Kranz von mit der Platform verbundenen Laufrollen, die bei leerer Drehscheibe, in Folge der Wirkung der zwischem dem Centralzapfen und dem Druckhaupte eingelegten

---

[20]) Organ 1869, p. 213.

[21]) Armengaud, Publications industr. XVI, Pl. 18.

Federn um einige Millimeter über dem ihnen entsprechenden Rollkranze gehalten werden. Die Elasticität der Federn genügt sogar, um bei belasteter Drehscheibe die Hauptlast einzig und allein auf dem Mittelzapfen zu erhalten, und es haben die Rollen blos denjenigen Theil der Belastung zu tragen, der in Folge der elastischen Biegsamkeit der Hauptträger unter den schwersten Locomotiven auf dieselben übertragen werden kann.

Das Princip der beschriebenen Drehscheiben ist jedenfalls beachtenswerth; leider haben dieselben jedoch, wahrscheinlich in Folge nicht ganz vorzüglicher Ausführung, zu vielen Reparaturen und Unterhaltungskosten Veranlassung gegeben.

Bei der schon erwähnten Drehscheiben-Construction von Hohenegger (Fig. 1^a–b^, Taf. XXXIV) sind die Vortheile einer über der Mittelstütze gehobenen Drehscheibe erzielt worden, ohne die Nachtheile derselben in Kauf nehmen zu müssen, da die Stösse auf den Mittelzapfen durch die Volutfedern bedeutend gemildert werden. Diese Federn gestatten ferner, wenn ihre Form und Stärke richtig gewählt ist, dass die Drehscheibenplatform, beim Darübergehen von schwereren Fahrzeugen als für deren Drehung sie bestimmt ist, sich gleichmässig auflagert, und zwar sowohl auf dem Mittelzapfen, bei dem die Federn zusammengedrückt werden, als auf dem ganzen Rollkranze.

§ 6. Rollkranz. Fundamente für das Lager des Centralzapfens und für den Rollkranz. — Der zur Unterstützung der Laufrollen dienende Kranz besteht bei ganz kleinen Drehscheiben (z. B. für Baugleise) aus Flachschienen, die auf einem hölzernen Rahmen befestigt werden.

Bei den für das Drehen von Eisenbahnwagen dienenden gusseisernen Scheiben ist der untere Laufring am zweckmässigsten entweder mit dem gusseisernen Fundamenttheil oder mit der Umfassung zusammengegossen, Fig. 1 und 4, Tafel XXXI, wodurch ersterer seine Form sicherer behält.

Für grössere Drehscheiben, die schwere Lasten zu tragen haben, ist das Gusseisen als Laufkranzmaterial nicht mehr genügend, da dasselbe sich zu schnell abnutzt und zu störenden Reparaturen Veranlassung giebt. So musste man z. B. bei den Sächsischen Staatseisenbahnen die aus abgedrehten gusseisernen Segmentstücken bestehenden Laufkränze mit schmiedeeisernen Schienen von $0^m,024$ Stärke und $0^m,06$ Breite belegen und schliesslich wurden dieselben durch Ringe von gebogenen Eisenbahnschienen, die sogar billiger herzustellen waren, ersetzt. Aehnliches geschah bei den meisten Bahnen und es sind daher jetzt die aus Eisenbahnschienen hergestellten Laufkränze selbst für Wagendrehscheiben die verbreitetsten. Man hat jedoch hierbei die Vorsicht anzuwenden, die Schienen nach dem Biegen etwas abzuhobeln, damit die Bahn möglichst genau kreisförmig wird.

Wo der Laufkranz sehr starke Drücke aufzunehmen hat, empfiehlt es sich, denselben aus Bessemerstahlschienen von zweckmässigem Profil herzustellen. Fig. 1^a^, Tafel XXXII.

Während die gusseisernen Laufringe gewöhnlich direct in die darunter liegenden Quader eingelassen und von Zeit zu Zeit durch Steinschrauben befestigt werden, ist es meist gebräuchlich zwischen den aus Schienen gebogenen Kränzen und dem Mauerwerk besondere gusseiserne Unterlagsplatten einzulegen und die Schienen auf Letzteren mittelst Klemmplatten und Steinschrauben zu befestigen, Fig. 8, Tafel XXXI. Nach den Erfahrungen der Oesterreichischen Südbahn[22]) ist es jedoch am zweckmässigsten, auch die aus Eisenbahnschienen gebildeten Laufkränze unmittelbar auf die gut abgeebneten Steine zu lagern, weil alle Zwischenlager nicht haltbar sind.

[22]) Paulus a. a. O.

Für den leichten Gang der Drehscheibe ist es vor Allem nöthig, dass sowohl das Fundamentstück des Mittelzapfens als auch der Laufkranz genau horizontal auf unnachgiebigem Fundamente liege.

Diese Fundamente bestehen bei ganz kleinen Drehscheiben aus hölzernen Rahmen mit zwei sich kreuzenden Diagonalhölzern, in deren Mitte das Spurlager für den Mittelzapfen befestigt wird.

Bei Drehscheiben für Eisenbahnwagen findet man bis jetzt am häufigsten getrennte Steinfundamente für den Mittelzapfen und für den Rollkranz. Ersteres soll nicht ein aus kleinen Steinen bestehendes Mauerwerk, sondern ein grosser schwerer Quader sein, der genügend gegen seitliche Verschiebung gesichert ist, Letzteres ist meist blos ein Fundamentvorsprung des Umfassungsmauerwerks und muss natürlich auch genügenden Verband besitzen. Der Zwischenraum wird entweder ausgepflastert oder man wölbt bei tieferen Fundationen Gurte ein, so dass der Mittelquader den Schlussstein der Letzteren bildet, wodurch eine Druckübertragung bezweckt wird.

In den Fällen, wo solche Drehscheiben in Aufschüttung zu liegen kommen und eine Fundirung bis auf den gewachsenen Boden zu kostspielig wäre, compensirt man das allmähliche Setzen des Mauerwerks durch ursprünglich angebrachte Keile oder irgend welche andere Hebevorrichtungen am Spurlager und am Rollkranze. Viel zweckmässiger ist jedoch die in neuerer Zeit oft vorkommende Fundirung der Wagendrehscheiben auf ein einfaches Schotterbett, wobei natürlich die Drehscheibe mit einer zusammenhängenden Fundamentschale von genügend breiter Basis zu versehen ist. So haben z. B. die 4metrigen schmiedeeisernen Drehscheiben der Oesterreichischen Südbahn eine in vier Stücken gegossene Fundamentschale, Fig. 4, Tafel XXXI, die auf eine Bettung von $0^{m},95$ Tiefe ohne jede weitere Fundirung gelegt wird.[23] Diese Bettung besteht in der tiefsten Lage aus grobem Schotter, in der mittleren Lage aus mittelfeinem Schotter und in der obersten Lage aus sehr feinem mit Sand gemischtem Schotter. Jede dieser Lagen bildet circa den dritten Theil der Gesammthöhe. Wenn die Bettung von gleichmässigem Widerstand hergestellt wird, so bleiben diese Drehscheiben, ohne irgend welche Nachhülfe nöthig zu machen, unverrückt in derselben Lage, es müsste denn sein, dass die Bettung auf einer Auffüllung liegt, welche noch nicht in Ruhe gekommen ist. In diesem Falle ist aber die Reparatur viel leichter als bei gemauerten Fundamenten. Man hat nur die Fundamentschale heraus zu nehmen und die Bettung zu überrammen.

Derartige Schotterbettfundation findet man in Frankreich schon von $0^{m},60$ Mächtigkeit an, und zwar selbst für Drehscheiben, die von Locomotiven und Zügen befahren werden, angewandt; zwischen dem Schotter und der Fundamentschale der Drehscheibe wird dann ein hölzerner Rahmen eingelegt, der zur Druckvertheilung dienen soll. Auf der französischen Nordbahn werden die für Locomotiven sammt Tender dienenden Drehscheiben auf Bétonplatformen von etwa $0^{m},50$ Mächtigkeit gegründet. Zur Druckvertheilung dient auch hier ein in das Bétonbett eingelegter hölzerner Rahmen.

Um die erheblichen Kosten der Fundirung in sehr schlechtem Baugrunde zu umgehen, wendet Buresch in Oldenburg für das Drehen von Güterwagen auf dem Mittelzapfen äquilibrirte Drehscheiben ohne Laufrollen an, Fig. 3^{a} und 3^{b}, Tafel XXXI, deren Unterstützung durch 6 Stück gewöhnliche, fest unterstopfte Bahnschwellen geschieht. Diese Stützungsart hat für die Belastung mit 330 Ctr. schweren Wagen sich als genügend erwiesen und gewährt den Vortheil, dass sie

---

[23]) Paulus a. a. O.

bei nachgiebigem Grunde stets sehr leicht zu verbessern ist. Die flache Grube wird in einfachster Weise durch gestampfte Schlacken gebildet.

Das Sicherste bleibt jedoch für die grossen Locomotivdrehscheiben die Gründung auf gut fundirtes Mauerwerk und sollte man hiervon nicht so leicht absehen, wenn auch die Kosten, in Folge des grossen Cubikinhalts des Letztern, eine bedeutende Höhe erreichen können. Die Ersparnisse an Reparaturkosten, die Sicherheit und Leichtigkeit des Betriebes sind hinreichende Gründe hierzu. Auch bei den auf den Mittelzapfen äquilibrirten Drehscheiben wird man nicht viel an den Fundamenten sparen können, da einerseits der den ganzen Druck aufnehmende Centralzapfen eine stärkere Fundation erfordert, andererseits aber auch die für gewöhnlich nicht belasteten Laufrollen im Falle einer falschen Keilstellung beim Auffahren der Locomotive genügende Unterstützung finden müssen.

§ 7. Einfassung, Form und Tiefe der Grube. Entwässerung derselben. — Die Einfassung der Drehscheibe ist gewöhnlich von Mauerwerk gebildet, welches mit einem Kranze von genügend grossen, unter einander gut verankerten Quadern abgedeckt wird. Die Quader reichen bis an die Unterkante der Bahnhofsschienen und werden die Enden der Letzteren mittelst in Blei eingegossener Steinschrauben befestigt. Bei manchen Bahnen liegen die Bahnhofsschienen in unmittelbarer Nähe der Drehscheiben auf Langschwellen, und werden diese dann gewöhnlich auf ein gusseisernes, auf dem Quaderring liegendes Kranzstück befestigt.

Zur soliden Verbindung des Quaderkranzes bringt man an den inneren Kanten desselben einen gusseisernen, aus mehreren Stücken bestehenden Ring an, der ebenfalls Vorsprünge zur Befestigung der Schienen erhalten kann. Endlich legt man auch auf das Umfassungsmauerwerk blos einen Holzkranz, der durch eingemauerte Ankerschrauben gut befestigt und an der Innenkante ebenfalls durch einen Eisenwinkel geschützt wird, auf. Die Bahnhofsschienen werden dann einfach mit Hakennägeln befestigt.

In neuerer Zeit sind für die Umfassung der Drehscheiben öfters mit pecuniärem Vortheile gusseiserne Wände angewandt worden. Bei kleineren Dimensionen sind dieselben zweckmässiger Weise mit der Fundamentschale oder mit dem Laufkranze zusammen gegossen, Fig. 1 und 4, Tafel XXXI, und Fig. 1, Tafel XXXIV, und bestehen aus mehreren Segmentstücken. (Bei Anwendung von Laufrollen in festen Lagern nach § 5a können Letztere ebenfalls gleich angegossen werden, Fig. 7, Tafel XXXI.) Bei grossen Drehscheiben steht die gusseiserne Umfassungswand auf gemauertem Fundamente. Beispiele von schmiedeeisernen Grubeneinfassungen findet man in Fig. 4ᵃ und 8ᶜ auf Tafel XXXII und in Fig. 2ᵈ auf Tafel XXXIV. In allen diesen Fällen muss jedoch darauf gesehen werden, dass der dünne Mantel keinen zu grossen und namentlich keinen zu einseitig wirkenden Druck durch das an denselben stehende Bettungsmaterial erleide, weil er sonst seine kreisrunde Form verändern und auf die Bewegung des Drehscheibenwagens hemmend wirken könnte.

Wie schon oben erwähnt, werden in neuerer Zeit die grossen Scheiben für Locomotive sammt Tender nicht voll, sondern oft nur als Drehbrücken construirt, wobei der übrige Theil der Grube offen bleibt. Man spart hierbei sowohl an Herstellungskosten als auch an Kraft zum Drehen der Brücke. Um jedoch hierbei Unglücksfälle durch Hineinstürzen von Personen oder Pferden zu verhüten, werden die Gruben möglichst niedrig gehalten, nach dem Rande zu allmählich ansteigend und mit einem möglichst niedrigen Umfassungskranze ausgeführt.

Noch einfacher ist es, die Grube ganz ohne Ringmauer und bis zur Terrain-

höhe flach abgepflastert anzulegen. In letzterem Falle ist nur an den Stellen, wo ein Gleis zur Drehscheibe geführt wird, ein kurzes Ringmauerstück nöthig und man kann mit Bequemlichkeit durch die Grube hindurchgehen.

Die Anlage von niedrigen Drehscheibengruben kann auch durch hochstehendes Grundwasser bedingt werden, insofern tiefere Gruben unter Wasser kommen würden.

Die Anwendung offener Gruben ist jedoch wegen der möglichen Verschneiung, wenigstens im nördlichen und mittleren Deutschland, mit grosser Vorsicht anzuordnen. Die Strenge des Winters und die lange Dauer desselben, namentlich in gebirgigen Gegenden, wird hier manchmal von unbedeckten Drehscheiben abzusehen zwingen, indem das Hinwegräumen des Schnees während eines einzigen Winters weit mehr als die Beschaffung der Bedeckung kosten kann.

Ist aber einmal die Grube zu, so ist es auch zweckmässig, dieselbe nicht zu niedrig zu halten, weil man dadurch leichter in den Stand gesetzt wird, eine einfache, kräftige Drehscheibenconstruction und grosse, leichter gehende Laufräder anzuordnen.

Behufs der Entwässerung wird die Grubensohle entweder ausgepflastert oder mit einer flachen Backsteinlage und hierauf mit zwei nach einander aufgebrachten Lagen Asphalt (zu $0^{m},006$) versehen. Je nach dem, übrigens nicht unter $^{1}/_{24}$ anzunehmenden Gefälle der Sohle sammelt sich nun das Schnee- und Regenwasser entweder in der Nähe des Mittelquaders, Fig. 6^{a}, Tafel XXXI, wo dasselbe durch einen gusseisernen Rost in einen Fallkessel und von hieraus in die Entwässerungsschleusse abfliesst, oder es wird dasselbe unter den Laufring durchgelassen, wo es sich ebenfalls in einem Umfassungscanal sammelt und an dem tiefsten Punkt desselben abgeleitet wird.

§ 8. Bewegungs- und Feststellungsmechanismen der Drehscheiben. Stellungssignale. — Die kleinen Drehscheiben werden gewöhnlich am einfachsten durch auf der Umfassungsmauer stehende Arbeiter, welche sich gegen den auf der Scheibe befindlichen Wagen stemmen, gedreht.

Bei den Wagendrehscheiben findet man meist besondere Handbäume, die in gusseisernen Oesen, welche ihre Befestigung neben den Achslagern an den verlängerten Endquerträgern finden, eingesteckt werden. Auf diese Weise können sogar Locomotivscheiben, je nach der Construction und der Unterhaltung durch 2 bis 8 Mann gedreht werden.

Häufiger wendet man jedoch bei grossen Drehscheiben besondere Windenvorgelege an, die durch auf der Scheibe stehende Arbeiter in Bewegung gesetzt werden. Die Anordnung kann hierbei eine verschiedene sein.

Bei vielen älteren und manchen der neuesten Drehscheiben greift das letzte Glied des Vorgeleges in einen am Umfassungsmauerwerk oder an den Laufring befestigten Zahnkranz ein, so dass durch das Drehen der Kurbel auch eine Bewegung der Scheibe bewirkt wird. Sehr bequem lässt sich ein derartiger Zahnkranz an die gusseisernen Umfassungswände angiessen. Fig. 2^{a}, Tafel XXXII. Wie die Figur zeigt, lässt sich das Triebwerk leicht mit einer Auslösung versehen, um die leere Scheibe mit Handbäumen drehen zu können.

Bei den grossen Drehbrücken genügt die Reibung der Laufräder auf dem Laufkranz, um, wenn zwei derselben durch ein Vorgelege in Umdrehung gesetzt werden, die Drehung der Brücke zu bewirken, Fig. 6, Tafel XXXI und Fig. 1, Tafel XXXII; hierbei spart man den grossen Zahnkranz. Da übrigens die Triebräder nicht immer von ganz gleichem Durchmesser bleiben und oft eines der Räder gleitet oder zurück-

bleibt, wodurch vermehrte Widerstände entstehen, so ist die Einrichtung mit zwei Getrieben, wobei jedes unabhängig vom anderen je ein Rad treibt, der Einrichtung, wo die Treibachsen gekuppelt sind, vorzuziehen.

In neuester Zeit haben Schnabel und Henning in Bruchsal die in Fig. 5[a–b] auf Tafel XXXIV dargestellte Frictions-Vorrichtung zur Bewegung der Drehscheiben construirt. Die beiden mit Stirnrädern versehenen Frictionsrollen *aa* werden durch das Rad *b* in Drehung versetzt, wobei ein Gewicht *G* die Rollen gegen den Schienenkranz anpresst. Der Antrieb geschieht durch einen auf der Platform befindlichen Kurbelmechanismus. Die Rollen *aa* lagern in gabelförmigen Hebeln, welche in *cc* feste Drehpunkte haben, und es kann der Winkelhebel *F* um seinen Aufhängepunkt schwingen. Hierdurch ist es möglich gemacht, dass die Rollen *aa* den Unregelmässigkeiten der Rollkranzschiene folgen können. Der Mechanismus hat folgende Vortheile: 1) Billigkeit wegen des Wegfallens des Zahnkranzes, beziehentlich der Wellenleitung nach den Laufrollen; 2) geringe Reibung, da die Stellung des Gewichtes *G* so regulirt werden kann, dass die Reibung gerade zum Verschieben ausreicht; 3) leichtes Auslösen der Vorrichtung, wenn die Drehscheibe leer mittelst Drehbäumen bewegt werden soll. Derartige Drehscheiben sind von den Grossh. Badischen Eisenbahnen mit günstigem Erfolge in Betrieb genommen worden.

Zur Bewegung sehr stark benutzter Drehscheiben (besonders in Locomotivschuppen und Werkstätten) wendet man kleine Dampfmaschinen oder hydraulische Vorrichtungen (Letzteres bei der Paddington-Station in London) an.

Die von dem Maschinenmeister Krauss construirte, im Bahnhof Zürich befindliche Drehscheibe[24]) muss, weil Zürich eine Kopfstation ist, alle ankommenden Locomotiven drehen, und es vermittelt die Drehscheibe allein den Verkehr mit den Locomotiv- und Wagenwerkstätten, sowie mit den Kohlen- und Baumateriallagerplätzen.

Die Maschine ist nach der einfachsten Construction gebaut. Sie hat einen vertical stehenden Röhrenkessel, der nicht mit Kohlen, sondern mit Abfällen der Locomotivfeuerung geheizt wird. Eine Schleifenübersetzung auf die Kurbelachse und eine einfache Umsteuerung mit einem Excenter gestatten die Drehscheibe in jeder Richtung zu drehen. Eine Klauenkuppelung stellt die Verbindung mit dem Triebwerke der Drehscheibe her. Durch eine Bremse ist es dem Wärter möglich, die Scheibe auf jede Spur einzustellen.

Die jährliche Ersparniss gegen den früheren Betrieb mit 4 Mann beträgt 2723 Frcs. Dabei wäre noch zu bemerken, dass jetzt die Scheibe zuverlässiger bedient und unterhalten wird und weniger Reparaturkosten verursacht; auch functionirt dieselbe viel rascher, da der Motor 320 Rotationen in einer Minute macht, so dass eine Maschine in $^1/_2$ Minute gedreht werden kann.

Die Drehscheibe steht im Freien und arbeitet bei Winterszeit ebenso gut wie im Sommer.

Auch in Deutschland und in Frankreich, so z. B. auf der Grossh. Badischen Eisenbahn, in den Bahnhöfen zu Marburg, zu Châlons sur Marne, zu Nancy und zu Epernay werden Locomobilen zum Betriebe von Drehscheiben benutzt. An dem letzteren Orte befinden sich die Hauptreparaturwerkstätten der französischen Ostbahn und wird die Tag und Nacht gehende Dampfmaschine zugleich zum Auswaschen der Kessel der in der Rotunde des Maschinenhauses befindlichen Locomotiven verwendet. Die Heizung geschieht mit kleinen Cokes und es beträgt die Ersparniss gegen den früheren Betrieb mit 6 Mann 20 Frcs. pro 24 Stunden.

---

24) Vergl. Organ 1866, p. 29.

Es braucht nach Obigem wohl kaum bemerkt zu werden, dass die Anwendung der Dampfdrehscheiben bei sehr lebhaften Betriebsverhältnissen von grossem Nutzen sein kann.[25])

Zur Feststellung der Drehscheibe dienen am häufigsten sogenannte Klinkhaken, welche um an der Scheibe befestigte horizontale Achsen sich drehen und in gusseiserne auf der Einfassung befindliche und mit zwei Erhöhungen versehene Platten (Klinkscheiben) sich einlegen lassen. Jeder Stellung eines der auf die Scheibe mündenden Gleise entspricht eine besondere solche Klinkscheibe. Die Erhöhungen der Letztern sind gewöhnlich mit schrägen Anläufen versehen, damit man beim Drehen der Scheibe den Klinkhaken schon vor dem richtigen Stande der Letzteren auf das Umfassungsmauerwerk niederfallen lassen kann, wobei derselbe auf der schiefen Ebene der Klinkscheibe aufsteigt und in die Vertiefung einfallend eine plötzliche Unterbrechung der Bewegung hervorruft. So bequem dies bei kleinen Drehscheiben ist, so oft werden, in Folge des plötzlichen Anhaltens der auf grösseren Scheiben befindlichen erheblichen Massen der Wagen und hauptsächlich der Locomotiven und Tender, die Klinkhaken in den Lagern ausgeschlagen und die Klinkscheiben zerbrochen oder herausgerissen, wenn dieselben nicht sehr stark gehalten und sehr solide befestigt sind. Vorschriftsmässig sollen zwar die Haken erst dann eingelegt werden, wenn die Drehscheibe schon richtig steht; aus Bequemlichkeit lassen jedoch die Arbeiter dieselben schleifen, bis sie von selber einfallen.

Es ist daher für grössere Drehscheiben die Anwendung von Riegeln, welche blos bei bestimmten Stellungen der Scheibe in entsprechende Löcher passen, unbedingt vorzuziehen. Hierbei erreicht man auch den Vortheil, dass die Drehscheiben, beim Darüberfahren von Locomotiven, nicht so leicht sich selber auslösen können, wie dies manchmal bei Klinkhaken, trotz der öfters angebrachten, jedoch in Folge des Leichtsinnes der Bedienungsmannschaft meist nicht benutzten Versicherungen geschieht.

Die schmiedeeisernen Riegel können entweder horizontal, Fig. 1[a], Tafel XXXII, oder vertical, Fig. 6, Tafel XXXI, sein (letzteres wegen der leichteren Verunreinigung der Oesen weniger zweckmässig), in einiger Tiefe unter dem Drehscheibenplateau oder besser zu Tage liegen. Zur leichteren Handhabung, sowie als Gegengewicht dient meist eine am Hebel befestigte gusseiserne Kugel.

Die Oesen und Führungen macht man aus Guss- oder Schmiedeeisen. Bei gusseisernen Umfassungen wäre es fehlerhaft, die Klinkscheiben resp. die Oesen an dieselben anzugiessen, weil man im Falle des Bruches ein ganzes Segment auswechseln müsste. Besser ist es, diese Theile getrennt herzustellen und fest mit der Umfassung zu verschrauben.

Um die Stösse, welche beim Vorschieben der Riegel entstehen, wenn die Drehscheibe noch in Bewegung ist, möglichst zu reduciren, werden bei den Drehscheiben in der Station Frankfurt der Frankfurt-Hanauer Bahn seitlich vom Riegel angebrachte Gummibuffer benutzt. (Organ f. Eisbw. 1872, S. 225.)

Die Riegel werden entweder einzeln oder durch einen Hebelmechanismus zweckmässiger Weise von einer Stelle aus bewegt, Fig. 1[b], Tafel XXXII, und lässt

---

25) Auf die Beschreibung verschiedener vorgeschlagener und in England patentirter Constructionen behufs Drehung der Scheibe durch die auf derselben befindliche Locomotive selbst mit Benutzung entweder des Dampfes der Letzteren oder der drehenden Bewegung ihrer Triebräder u. s. w. gehen wir hier nicht ein. Vergl. die Literaturangabe am Ende des Capitels.

sich dann leicht mit denselben eine auf der Scheibe befindliche Signalvorrichtung in Verbindung bringen, welche von weitem den richtigen Stand der Drehscheibe anzeigt. Die specielle Besprechung der Signale gehört jedoch in den 4. Band dieses Handbuches.

In neuerer Zeit hat sich die von Weickum construirte und zunächst auf dem Wiener Centralbahnhof der Staats-Eisenbahngesellschaft in Verwendung gekommene Schienenstossverbindung zwischen dem currenten Schienengleis und den Gleisen der Drehscheibe (Fig. 4ᵃ⁻ᵈ, Tafel XXXIV) bewährt.

Dieselbe besteht aus zwei Laschenpaaren, welche mittelst des Hebels B und der an einer drehbaren Verbindungsstange A befestigten excentrischen Scheiben C und C' entsprechend verschoben werden können, so dass bei einer Umdrehung des erwähnten Hebels um 180° die beiden Laschenpaare um 80^{mm} in die correspondirenden Schienen des currenten Gleises eingreifen.

Das zwischen jedem einzelnen Laschenpaare eingesetzte und durch den Bolzen F mit den Laschen fest verbundene Mittelstück D, welches nach der Umdrehung des Hebels B in die beiden geschlitzten Schienenstege des currenten Gleises um 46^{mm} eingreift, verhindert nun beim Befahren jede verticale Bewegung des Drescheibengleises, während die Laschenpaare selbst die horizontalen Schwankungen auf ein Minimum reduciren.

§ 9. Gewichte und Preise der Drehscheiben. — Die Gewichte sowie die Preise der Drehscheiben sind ausserordentlich verschieden, je nach der Construction, dem Materiale, den Eisenpreisen, den Verhältnissen des Transportes u. s. w. Es lassen sich daher sehr schwer Gewichts- oder Preisnormen aufstellen und beschränken wir uns im Folgenden auf die Mittheilungen der Notizen, wie wir dieselben theils in den Quellen fanden, theils direct erhalten haben.

a. Drehscheiben für Locomotiven und Tender.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen 12^m im Durchmesser haltende Drehscheiben zweierlei Construction.[26]) Die eine ist in Fig. 6, Tafel XXXI dargestellt. Dieselbe wiegt ohne die Fahrschienen mit gusseisernem Laufkranz 282 Ctr. und mit Laufkranz aus Eisenbahnschienen 274,54 Ctr., wobei das Gewicht des Laufkranzes 25,54 Ctr. beträgt. Der Preis stellte sich im Jahre 1862, incl. gusseiserner Laufkranz und Aufstellung, auf circa 9000 Rm. (1 Fl. = 2 Rm.)

2. Die zweite Construction ist mit tiefer Grube. Die Bedeckung der Letzteren wird durch besondere Seiten- und Stirnträger gestützt. Das Gewicht einer derartigen Drehscheibe wird in den Normalanschlägen excl. Fahrschienen und Laufkranz zu 400 Ctr., der Preis excl. do., aber incl. Transport und Aufstellung zu 12000 Rm. angenommen.

Hierzu ist noch für die Bedielung der Seitenconstruction 999 Rm. zu rechnen. Wenn dieselbe Drehscheibe ohne Seitenconstruction, also mit offener Grube angewendet wird, so kann dieselbe um mindestens 3000 Rm. billiger geliefert werden.

3. Die von Schnabel und Henning für die Grossh. Badischen Eisenbahnen gebauten 12meterigen Drehscheiben mit 1000 Ctr. Tragkraft wiegen einschliesslich der gusseisernen Grubeneinfassung und des Frictions-Bewegungsmechanismus (vergl. S. 616), aber ausschliesslich Schienen und Holzbelag, 370 Ctr.

4. Bei der Schlesischen Gebirgsbahn sind Drehscheiben von $11^m,93$ Durchmesser im Gebrauch, die pro Stück excl. Laufkranz 310 Ctr. wiegen und von der Kölner Maschinenbau-Anstalt incl. Transport und Aufstellung für 8550 Rm. geliefert wurden. Der Laufkranz wiegt $24\frac{1}{2}$ Ctr. und kostete 300 Rm. Die Bebohlung endlich stellt sich auf 420 Rm.

Mit offener Grube, also ohne Seitenconstruction, wird die Drehscheibe um 1150 Rm. billiger.[27])

---

[26]) Paulus a. a. O.

[27]) Vergl. Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 1869, p. 213.

5. Die Ruhr-Sieg Bahn hat Drehscheiben von $11^m,93$ Durchmesser im Gebrauch. Dieselben enthalten

Schmiedeeisen	187,00	Ctr.
Gusseisen .	110,00	-
Gussstahl .	1,15	-
Rothguss .	0,50	-

6. Die 12meterigen Drehscheiben der K. Sächsischen Staatseisenbahnen im Gewichte von 431,7 Ctr. kosten fertig aufgestellt 8115 Rm.

7. Die 11,6meterigen Drehscheiben der K. Hannoverschen Staatsbahn, Fig. 1, Tafel XXXII, kosten fertig montirt und aufgestellt incl. Schienen, bei längerer Lieferzeit 6660 Rm., und ebenso bei kurzer Lieferzeit 7350 Rm. (Angabe von 1869).

8. Die K. Bayerischen Staatsbahnen haben $11^m,1$ im Durchmesser haltende Drehscheiben mit gusseisernem Umfassungsmantel und gussstählernen Frictionsrollen, sowie dergleichen Lagerschalen im Gebrauch, Fig. 2, Tafel XXXII. Dieselben werden von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg 570 Ctr. schwer für den Preis von ca. 8640 Rm. (7 Fl. = 12 Rm.) geliefert. (Angabe von 1869.)

9. Die 11,674meterigen Drehscheiben der Bayerischen Ostbahnen sind etwas leichter gebaut. Dieselben haben keinen gusseisernen Mantel, sondern eine Umfassungsmauer, auf welcher ein Zahnkranz befestigt ist. Die Achsenlager sind mit Frictionsrollen versehen. Gewicht ca. 400 Ctr., Preis ca. 10440 Rm. (Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg.)

10. Eine andere, in derselben Fabrik ausgeführte Drehscheibe von $11^m,4$ Durchmesser mit offener Grube kostet bei 250 Ctr. Gewicht ca. 6330 Rm. (Angabe von 1869.)

11. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen zum Drehen von Locomotiven allein 6meterige Drehscheiben mit offener Grube, die excl. Schienen und Laufkranz ca. 106 Ctr. wiegen und excl. Bedienung, Transport und Aufstellung 3333 Rm. kosten. Die Blechbedielung innerhalb des Gleises kommt auf 399 Rm. zu stehen. (Angaben von 1869.)

12. Die 6meterigen Drehscheiben für Locomotive, mit einfachem Gleis, der K. Sächsischen Staatseisenbahnen kosten complett aufgestellt 2755 Rm. und wiegen 119,1 Ctr.

b. Drehscheiben für Wagen.

1. Ganz besonders billig stellen sich die von Buresch construirten, 7^m im Durchmesser haltenden Drehscheiben, Fig. 3, Tafel XXXI. Die genaue Kostenspecification für 8 Stück solcher gleichzeitig in den Eisenbahnwerkstätten angefertigten Drehscheiben befindet sich im Organ 1869, p. 214, wonach eine Drehscheibe, excl. Schwellenfundament, Entlastungsvorrichtungen, Ausstampfen der Grube u. s. w., auf 540 Rm. und fix und fertig gangbar hergestellt blos auf 630 Rm. zu stehen kam.

2. Die Ruhr-Sieg Bahn benutzt 5,65meterige Drehscheiben, zu deren Construction

83,00	Ctr.	Schmiedeeisen,
51,00	-	Gusseisen,
0,90	-	Gussstahl,
0,50	-	Rothguss

erforderlich sind.

3. Die Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg liefert Drehscheiben von $5^m,5$ Durchmesser mit zwei sich kreuzenden Gleisen, deren Gewicht 180 Ctr. und deren Preis ca. 4800 Rm. beträgt. (1869.)

4. Aus derselben Fabrik bezieht man auch kleine gekuppelte Drehscheiben von $4^m,816$ Durchmesser mit gusseisernen Umfassungsmänteln, die bei einem Gewicht von 300 Ctr. ca. 6510 Rm. kosten. (Angabe von 1869.)

5. Die 5,1meterigen Drescheiben der K. Sächsischen Staatseisenbahnen wiegen mit einfachem Gleise 113,4 Ctr. und kosten 2592 Rm. Bei Kreuzgleisen stellt sich das Gewicht auf 126,4 Ctr. und der Preis auf 3033 Rm.

6. Für das Drehen vierräderiger Wagen benutzen die Oesterreichischen Südbahnen zweierlei Drehscheibenconstructionen.[28]) Die eine, Fig. 4, Tafel XXXI dargestellt,

[28]) Paulus a. a. O.

zeigt einen schmiedeeisernen Wagen mit gusseisernem Fundamenttheil. Dieselbe wiegt incl. Fahr(flach)schienen und Fundamentschale ca. 190 Ctr. und kostet excl. Transport und Aufstellung 4698 Rm. Hierzu ist noch die Holzbedielung mit 99 Rm. zu rechnen. (1869.)

7. Bei der anderen Construction bestehen die Drehscheiben mit Ausnahme der aus Schienen hergestellten Laufkränze und einiger kleinerer Bestandtheile ganz aus Gusseisen. Ihr Gewicht incl. Blechbedielung wird in den Normalanschlägen zu 150 Ctr. und der Preis excl. der mit 99 Rm. zu veranschlagenden Aufstellung zu 3330 Rm. angenommen.

8. Die auf Fig. 2^{a-d}, Taf. XXXIV dargestellte Patent-Kugeldrehscheibe von Weickum wiegt bei $5{,}33^m$ Durchmesser 116 Ctr.

Zahlreiche Angaben über die Gewichts- und Preisverhältnisse der Drehscheiben auf den französischen Eisenbahnen findet man in Goschler's Traité pratique u. s. w., Bd. I.

Zum Schluss bemerken wir noch, dass die Kosten der Fundirung und des Mauerwerks der Drehscheiben in Obigem nicht mit inbegriffen sind.

Schiebebühnen.

§ 10. Zweck und Anlagen der Schiebebühnen. Schiebebühnen mit versenktem und nicht versenktem Gleise. — Das Wesentliche einer Schiebebühne kann kurz als ein Stück gewöhnlichen Gleises bezeichnet werden, welches parallel zu sich selbst und senkrecht gegen die zu verbindenden Gleise bewegt und der Reihe nach so in jedes der Letzteren eingeschaltet werden kann, dass es sowohl im Grundriss als auch im Aufriss als ein Theil desselben sich darstellt. Dieses bewegliche Gleis trägt das zu verschiebende Fuhrwerk.

Diese letztere Art und Weise der Bewegung eines Fuhrwerks erscheint einfacher als die durch Drehscheiben bewirkte und deshalb findet die Schiebebühne auch immer mehr Eingang in den Bahnhöfen, namentlich für den Gebrauch der Remisen und Werkstätten.

Ohne Anwendung von Schiebebühnen ist es blos auf zweierlei Weise möglich, die Fahrzeuge von den Remisen auf die Bahngleise und umgekehrt zu bringen. Entweder führt man sämmtliche Remisengleise in Curven auf eine gemeinschaftliche Drehscheibe, welche mit den Bahngleisen in Verbindung steht oder es mündet, Fig. 7, jedes Remisengleis auf eine vor der Remise befindliche Drehscheibenreihe,

Fig. 7.

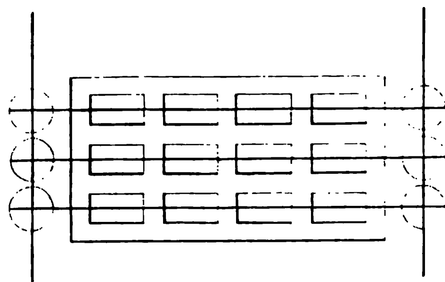
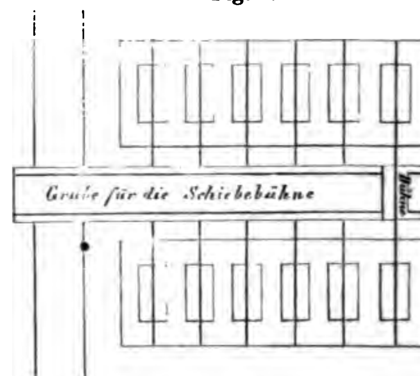


Fig. 8.



wobei natürlich eine den Wagenständen entsprechende Anzahl Drehscheiben vorhanden sein muss.

Die letztere Lösung verursacht viel Kosten, die erstere erfordert viel Platz. Auch kann man, wie Fig. 7 zeigt, manche Wagen erst nach Entfernung anderer aus dem Gebäude bringen, wodurch Zeitverluste entstehen.

Durch Verwendung einer Schiebebühne nach Fig. 8 erreicht man bedeutende Ersparnisse an den Kosten der ersten Herstellung und eine grössere Bequemlichkeit für den Betrieb.

An Waarenmagazinen kommt das Ausschieben schadhafter Wagen, das Ausscheiden einzelner mit dringenden Frachten beladener, mit feuergefährlichen Gegenständen belasteter Wagen, welche mit anderen Zügen als die übrige Wagenreihe befördert werden sollen, häufig genug vor. Die Störungen in der Verladung sind, will man mit Locomotiven verschieben, nicht unbedeutend, treffen auch das ganze Magazin und sind kostspielig. Eine geeignete Verwendung von Schiebebühnen ist auch hier wünschenswerth.

Ferner können auch die Schiebebühnen wesentlichen Nutzen bei dem Rangirdienste in den Stationen leisten, wo es sich darum handelt, Wagen aus den Hauptgleisen in die Nebengleise und umgekehrt zu schieben.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass in Reparaturwerkstätten kleine Schiebebühnen, welche zum Transport von nur einem Räderpaar mit der zugehörigen Achse dienen, in Gebrauch sind.

Man unterscheidet:

a. Schiebebühnen mit versenktem Gleise und
b. Schiebebühnen ohne versenktes Gleis.

Die Construction a ist die ältere; es werden bei derselben sämmtliche Parallelgleise um die Länge des beweglichen Gleisstückes durch eine senkrecht zu den Parallelgleisen sich erstreckende Grube, welche zur Unterbringung der Stütz- und Bewegungstheile der Schiebebühne dient, unterbrochen. Auf der Sohle dieser Grube liegen, ebenfalls senkrecht zu den Parallelgleisen, die Schienenstränge, auf denen sich die Schiebebühne mittelst ihrer Laufrollen bewegt.

Die Grube ist, wie leicht einzusehen, ein grosser Missstand. Sie ist nicht allein in mannigfacher Hinsicht sehr unbequem und bei grösserer Tiefe gefährlich, da es nicht möglich ist, dieselbe auf praktische Weise zu decken, sondern hindert geradezu die Anlage von Schiebebühnen an manchen Stellen des Bahnhofes, insofern sie wegen der Unterbrechungen der Gleise ein ungehindertes Darüberfahren der Züge nicht gestattet. Es bestimmen daher §§ 71 und 72 der Grundzüge:

Die Gruben der Schiebebühnen dürfen nicht über 500mm tief sein. In durchgehenden Hauptgleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig.

Ausser den schon oben erwähnten Nachtheilen der Grube ist noch zu erwähnen, dass die Fundamente und Laufbahnen derselben sehr kostspielig sind, wenn sie gut hergestellt werden, was für die leichte Bewegung der Schiebebühnen nöthig ist. Auch sind die Gruben vor den Remisen und Werkstätten, besonders bei Feuersgefahr, ungemein hinderlich und schädlich, weil sie nicht erlauben, alle Wagen oder Maschinen gleichzeitig aus dem brennenden Gebäude zu entfernen.

Bei der Entwickelung des Eisenbahnwesens hat sich daher bald das Bestreben gezeigt, Schiebebühnen auch ohne Laufgruben zu construiren. Robert Lautz hat das Verdienst, die erste Schiebebühne ohne versenktes Gleis construirt und schon im Jahre 1847 auf dem Bahnhofe der Bonn-Kölner Eisenbahn in Bonn vor dem dortigen Wagenschuppen mit gutem Erfolge angelegt zu haben.[29]) Nach demselben Princip

---

[29]) Organ 1850, p. 1.

sind dann im Jahre 1848 auch Schiebebühnen ohne Laufgruben für Locomotiven von Benda auf der Magdeburg-Wittenbergeschen Eisenbahn ausgeführt worden.[30]) Doch haben Letztere, in Folge der schnellen und bedeutenden Vergrösserung der Locomotivgewichte und wegen der dadurch bedingten schweren Beweglichkeit, sich nicht erhalten können (erst in neuester Zeit ist dieses Problem durch Anwendung eines Dampfmotors gelöst worden), während die Construction der unversenkten Schiebebühnen (Schiebeschlitten) für Personen- und Güterwagen sich in den Details aufs Mannigfaltigste ausgebildet hat, wobei ein Hauptzielpunkt die leichte Beweglichkeit der Bühne blieb. Der Durchmesser der Schlittenräder ist nämlich durch die Höhe der Wagenachsen resp. der noch tiefer herunterragenden Bremstheile begrenzt. Man kann daher meist nur kleine Läufräder anwenden, wodurch bei irgend einer erheblichen Belastung, z. B. bei beladenen Güterwagen, das Verschieben der Bühne sehr erschwert und eine grosse Bedienungsmannschaft b dingt wird.

Es ist daher eine bekannte Erfahrung, dass obgleich oberirdische Schiebebühnen bei der grösseren Zahl von Bahnen zwar vorhanden sind, dieselben jedoch auf Stationen, wo jederzeit zum Rangiren und Umstellen der Wagen Locomotivkraft und hinlänglicher Raum zum Rangiren zur Disposition steht, die Schiebebühnen, wegen ihrer schweren Beweglichkeit, sehr wenig benutzt werden und deshalb auf solchen Stationen Schiebebühnen anzulegen nicht gerathen erscheint, mit Ausnahme bei resp. in Werkstätten, wo in der Regel die Benutzung der Locomotiven wegen localer Hindernisse nicht stattfinden kann. Mit grossem Vortheil findet dagegen ihre Anwendung auf solchen Stationen statt, wo zwar wenig Arbeitskräfte vorhanden sind, Locomotivkraft aber ganz mangelt.[31])

In dem Folgenden sollen nun die einzelnen Schiebebühnensysteme in Bezug auf ihre Construction näher besprochen werden.

§ 11. Construction der Schiebebühnen mit versenktem Gleise. — Dieselben lassen sich in zwei Arten eintheilen:

a. Solche, welche für das Fortbewegen von Wagen dienen.

b. Solche für Fortbewegung von Locomotiven sammt Tender und der achträderigen Personenwagen.

Die Länge der Schiebebühnen richtet sich nach der Bestimmung der Letzteren und variirt zwischen $3^m,60$ in Reparaturwerkstätten und $11^m,60$ für das Verschieben von Locomotiven mit Tender.

Die Entfernung des versenkten Gleises von dem zunächststehenden Gebäude (Wagen oder Locomotivschuppen, Reparaturwerkstätten) muss so gross genommen werden, dass bei geöffneten Schlagthoren die längsten Wagen noch auf der Schiebebühne bewegt werden können. Bei Anwendung von Schiebethoren kann das versenkte Gleis viel näher an das Gebäude gelegt werden, so dass noch die Buffer einigen Spielraum haben.

Die Länge der Schlittengrube richtet sich selbstverständlich nach der Zahl der Wagen oder Locomotivstände.

---

30) Organ 1850, p. 137.

31) Beschluss der Dresdener Conferenz 1865.

Der eigentliche Bühnenkörper besteht, in der Hauptsache, aus zwei unter den Fahrschienen befindlichen Hauptträgern, welche durch Vermittelung einer Anzahl Querträger an den Laufrollenachsen ihre Stützung finden. Vergl. Fig. 6^c, Tafel XXXIII. Ausserdem wird die nöthige seitliche Steifigkeit des ganzen Körpers durch verticale und horizontale Querverbände erzielt.

Das Material sowohl als auch die Construction der Haupt- und Querträger kann sehr verschieden sein. Früher machte man dieselben aus Holz. Bei dem Innehalten der Maximalgrubentiefe von nur 500^{mm} lässt sich jedoch mit hölzernen Trägern nicht die für grössere Lasten nöthige Steifigkeit erzielen.

Es lautet daher § 71 der Grundzüge:

> **Schiebebühnen für Locomotiven sollen aus Schmiedeeisen oder Stahl construirt sein. Hölzerne Schiebebühnen für Wagen sind zulässig.**

In neuerer Zeit werden die hölzernen Wagenbühnen höchstens in bedeckten Räumen benutzt. Kleine gusseiserne Gleiskarren kommen ebenfalls jetzt seltener vor. Meist bestehen die Bühnenkörper für Wagendienst aus Schmiedeeisen und zwar entweder aus einfachen oder gesprengten Schienenträgern, Fig. 7, aus **I**-Eisen, oder seltener aus genieteten Blechträgern. Bei Schiebebühnen für Locomotiven werden sowohl die Längs- als auch die Querträger aus genieteten oder gewalzten **I**-Trägern gebildet, Fig. 1 und 6. Die Querträger sind meist sogenannte Zwillingsträger, Fig. 6^a, und entweder durch guss- oder schmiedeeiserne Verbindungstheile miteinander gekuppelt. Die Anzahl sowie die gegenseitige Entfernung solcher Querträger richtet sich nach der Länge und der Tragfähigkeit der Bühnenlängsträger. Während bei kleineren Wagenschiebebühnen Letztere nur an ihren Endpunkten feste Stützpunkte bedingen, erhalten die längeren Bühnen drei und vier Stützpunkte und folglich eben so viele Laufstränge auf der Grubensohle.

Die Gleiskarren für Locomotiven besitzen mindestens 3 Paar Laufräder und die entsprechende Zahl gekuppelter Querträger. Fig. 6.

Die Lauf- resp. Treibräder befinden sich innerhalb der gekuppelten Querträger und sind Letztere am zweckmässigsten an den Achsen der Räder angehangen, wodurch, bei geringer Grubentiefe, ein grosser Raddurchmesser und somit eine leichtere Beweglichkeit erreicht wird.

Die Achsen der Laufrollen sind entweder kurz gehalten oder gehen in den Fällen lang durch, wo man mittelst eines gemeinschaftlichen Triebwerks zwei oder mehrere Treibräder in Bewegung setzen will, welche dann natürlich miteinander gekuppelt werden müssen. Die Meinungen über die Zweckmässigkeit der einen oder der anderen Construction sind noch sehr getheilt. Nach den Erfahrungen des Ober-Inspectors Paulus bei den Oesterreichischen Südbahnen ist die Kuppelung der Treibräder nicht zu empfehlen, da es nicht zu vermeiden ist, dass bei ungleichmässiger Belastung des Schiebebühnenwagens durch Locomotiven sammt Tender und bei dem wechselnden Adhäsionsgrad der Laufbahnen entweder das eine oder das andere Treibrad gleitet, wodurch dieser Theil der Schiebebrücke gegen den anderen zurückbleibt. Dieses wechselseitige Gleiten verursacht ein Abweichen von der geraden Linie und folglich ein Klemmen. Es ist ferner nicht zu verkennen, dass bei dem Kuppeln von zwei Treibrädern die Letzteren von durchaus gleichem Durchmesser sein und bleiben müssen, wenn die geradlinige Bewegung nicht gestört werden soll. Aus diesem Grunde zieht Paulus vor, jedem der Treibräder ein besonderes Treibwerk zu geben.

Nach den Erfahrungen anderer Techniker bewähren sich jedoch Schiebebühnen mit einer ganz durchgehenden Achse und konischen, äusseren Rädern, wenn die Anfertigung mit grosser Accuratesse geschieht, sehr gut und zeigen einen leichten Gang.

Zur Führung der Schiebebühnen werden entweder die Laufschienen für die Bühnenräder mit entsprechenden seitlichen Vorsprüngen versehen, oder, was entschieden vorzuziehen ist, man stellt die Laufstränge aus gewöhnlichen Schienen her und giebt dann den Laufrädern der Schiebebrücke Spurkränze, Fig. 7ᵃ, oder Führungsrollen, Fig. 6ᵃ. Bei 3 Laufräderpaaren geschieht die Führung am besten an den äusseren Rädern, während das mittlere Rad ohne Spurkranz gemacht werden kann. Weniger zweckmässig ist es, das mittlere Rad allein mit doppeltem Spurkranze zur Führung zu versehen, Fig. 1ᵃ. Bei 4 Räderpaaren erhalten gewöhnlich die beiden inneren Spurkränze. Eine Führung mittelst äusserer konischer Räder ist jedoch auch hier vorzuziehen.

Das Triebwerk selbst der Schiebebühnen besteht aus einem Zahnradvorgelege mit Kurbelmechanismus. Das Uebersetzungsverhältniss der bewegenden Theile wird man entsprechend den auf dem Bahnhofe zum Verschieben der Wagen bestimmten Arbeitskräften wählen. Sind viele Kräfte vorhanden, wie auf grossen Bahnhöfen, so kann man durch geringe Uebersetzung an Zeit gewinnen; sind wenig Kräfte vorhanden, wie auf kleinen Bahnhöfen, so übersetzt man stärker und arbeitet mit Hülfe der disponiblen Zeit. Die versenkten Schiebebühnen für Locomotiven und Tender werden jetzt bei sehr lebhaftem Betriebe mit Dampflocomobilen versehen (z. B. in den Werkstätten des chemins de fer de l'Ouest zu Paris u. a. a. O. bei der Oesterreich. Staatsbahn). Die Locomotivschiebebühnen der Maschinenbau-Actiengesellschaft in Nürnberg werden mit einem Mechanismus hergestellt, welcher durch ein Drahtseil getrieben wird, die Locomotiven auf die Bühnen bringt und letztere verschiebt. Mittelst dieses Mechanismus kann ein Mann, durch einige Steuerungshebel, Locomotiven von einem Gleise auf das andere bringen. Hierbei ist auch die Einrichtung getroffen, dass die leere Schiebebühne sich rascher bewegt als die beladene und dass dieselbe vorkommenden Falls von Hand mittelst Kurbel getrieben werden kann.

Dampfschiebebühnen sind in neuerer Zeit für Schachtanlagen, deren bedeutende Kohlenförderung fast ausschliesslich für den Versandt durch Eisenbahnen bestimmt ist, zu ausgedehnter Anwendung gekommen. Es handelt sich hierbei das Umsetzen der leeren und beladenen Wagen von einem Gleise auf das andere fast fortwährend nach Maassgabe des Fortschreitens der Beladung der Wagen zu bewirken, weil bei der sehr weit gehenden Classification der Kohlen in verschieden grosse Stücksorten die Anzahl der Gleise eine erhöhte wird, während andererseits sämmtliche Wagen die Centesimalwaage passiren, also auf ein und demselben Gleise abrollen müssen.

Interessant ist auch eine vom Bezirks-Maschinenmeister Imhof in Bamberg construirte und demselben patentirte Hebelvorrichtung[32], welche in dem neuen Bahnhofe zu Würzburg zur leichteren Fortbewegung mehrerer Schiebebühnen für Locomotiven und Tender in nur $0^m,10$ versenkten Gleisen dient. Angestellte Versuche haben erwiesen, dass ein einzelner Arbeiter im Stande ist, vermittelst dieser Vorrichtung eine 600 Ctr. schwere ungeheizte Locomotive auf einer Schiebebühne mit einer Geschwindigkeit von $5^m,84$ pro Minute zu verschieben. Die Kosten eines solchen Hebelmechanismus für die Schiebebühnen der Bayerischen Staatsbahn belaufen sich auf ca. 171 Mk. (100 Fl.)

Steht die Schiebebühne in ihrer richtigen Stellung in dem Gleise, so wird dieselbe meist nicht besonders fixirt. Zweckmässiger ist es jedoch, für eine Feststellung

---

[32]) Siehe Organ 1867, p. 14 und Organ 1871, p. 4.

der Bühne durch Riegel, Klauen oder durch die Weickum'sche verstellbare Stossverbindung (vergl. S. 618 und Fig. 4^{a-d} auf Taf. XXXIV) zu sorgen.

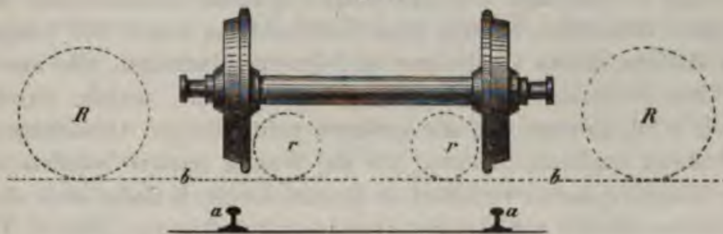
Die Befestigung der Laufschienen auf dem Grubenfundamente geschieht am häufigsten direct auf Stein, und zwar werden hier meist mit Vortheil Steinwürfel benutzt. Man findet jedoch auch die Lagerung der Laufschienen auf Quer- oder Langschwellen, sowie auf Combinationen der Letzteren, was jedoch, der Vergänglichkeit des Holzes halber, weniger zu empfehlen ist.

Die Grubenmauern sind $0^m,40$ stark, am besten aus cementirten Ziegeln herzustellen. Die Abdeckung der Mauern geschieht, ähnlich wie bei Drehscheiben, durch Holzschwellen oder Quader mit armirten Ecken.

Als Grubenpflaster genügt eine cementirte Flachschicht, welche nach der Mitte zu etwas abfällt und mittelst eines kleinen Canals entwässert wird.

§ 12. Construction der Schiebebühnen ohne versenktes Gleis. — Die Construction der Schiebebühnen ohne Grube hat, da die Wagen beim Auffahren auf die Bühne sich nur um sehr wenig heben dürfen, mancherlei Schwierigkeiten; die meisten derartigen Schiebebühnen lassen daher in der That noch zu wünschen übrig.

Fig. 9.



In der vorstehenden Fig. 9 muss die Achse eines Wagens, um quer über die Parallelgleise transportirt werden zu können, so hoch gehoben werden, dass nicht allein die tiefsten Punkte der Spurkränze über die Köpfe der Schienengleise *a* sich bewegen können, sondern noch um so viel höher, dass die Constructionstheile der Schiebebühne, auf welche sich die Radflantschen der Wagen stellen, mit dem gehörigen Spielraum über die Schienenköpfe hinweggehen; selbstverständlich darf aber die ganze Hebung des Wagens nur eine sehr geringe sein, wenn es möglich bleiben soll, ihn bequem auf die Bühne zu schieben. Ist daher in der Skizze die Achse so hoch gehoben dargestellt, dass diesen Bedingungen entsprochen wird, so hätte man bei Construction der Bühne zunächst die Wahl, die Räder derselben entweder aussen, wie bei *R R*, oder innen, wie bei *r r*, anzubringen, wenn *b b* die Oberkante des Quergleises für die Bühne bezeichnet.

System Lautz. Bei der ältesten, von Lautz angegebenen Construction ist die erste Lösung angewandt.[33] Die Räder sind äussere und erhalten einen für den leichten Gang der Schiebebühne erforderlichen, angemessen grossen Durchmesser. Hierdurch kommen jedoch die Mittelpunkte der Ersteren so weit von einander zu liegen, dass es unmöglich wird, zwischen beiden einen Tragbalken herzustellen, der

[33]) Organ a. a. O.

das bedeutende Gewicht des Wagens trägt, dabei aber an den beiden Seiten über den Schienen *a a* nur die hier zulässige geringe Höhe hat.[34])

Bei der Lautz'schen Schiebebühne haben daher die Tragbalken oder Querträger eine grössere als diese Minimalhöhe erhalten, so dass freilich dieselben zum Theil unter das Niveau der Hauptgleise zu liegen kommen (vergl. Fig. 11, Tafel XXXIII), wodurch man genöthigt wird, um der Bewegung der Querträger nirgends hindernd in den Weg zu treten, alle Parallelgleise in der Linie, in welcher sich die Querträger bewegen, durch eine Fuge zu unterbrechen. Um aber diese Fuge so schmal als möglich machen zu können, hat man den Querträgern in der Höhe der Gleise eine möglichst geringe Breite gegeben.

Dieses, wie erwähnt, von Lautz zuerst angewandte Constructionsprincip hat viel Nachahmung gefunden. Wegen der vollständigen Unterbrechung der Hauptgleise ist es jedoch meist nur für Schiebebühnen, die in resp. bei Reparaturwerkstätten liegen, weniger in Gleisen, wo ganze Züge cursiren, angewandt worden.

So ordnete v. Ruppert bei der Spurabänderung der Badischen Eisenbahnen im Jahre 1855 Schiebebühnen mit continuirlichen Laufschienen an. Die Haupt-(Parallel-) Gleise lagen um die Spurkranzhöhe höher als die Schienen des Bühnengleises und waren unterbrochen.[35])

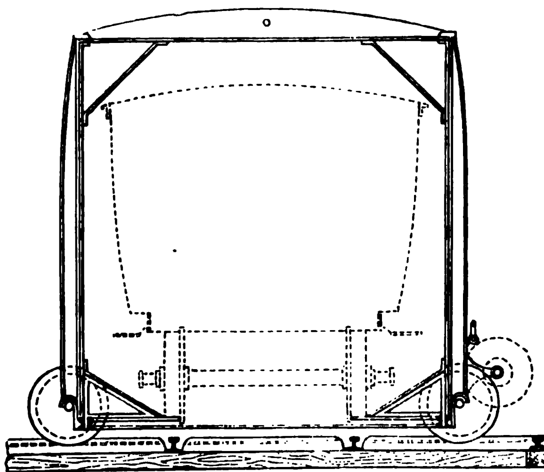
Strothman construirte für die Wagenreparaturwerkstatt des Bahnhofes zu Wittenberge nach demselben System eine Schiebebühne von $8^m,16$ Länge und $3^m,14$ zwischen den Rädern, deren Querträger und Querverbindungen alle aus unbrauchbar gewordenen alten Schienen bestehen. Die Tragfähigkeit, welche durch diese Construction erzielt wird, genügt, um die grössten achträderigen Güterwagen mit Leichtigkeit von 3 Mann dahin zu bringen, wo die Wagen reparirt werden sollen.

In der Wagenreparaturwerkstatt zu Braunschweig befindet sich eine nach ähnlichen Principien construirte Schiebebühne von Ingenieur Clauss, Fig. 9, Tafel XXXIII. Die Querträger bewegen sich in vertieften, rinnenförmigen, mit Holz ausgefütterten

---

34) Erwähnenswerth ist an dieser Stelle eine in den Borsig'schen Werkstätten ausgeführte und in den Annales du génie civil, avril p. 265, sowie im Organ 1867, p. 29 beschriebene Schiebebühnenconstruction für Locomotiven und Wagen, Fig. 10. Die Längsseitenwände der Bühne sind von Gitterträgern, deren Höhe die des Wagens übertrifft, hergestellt, welche durch gusseiserne Verticalständer von I-Form abgesteift worden. Die Verbindung der Wände geschieht oben, über dem Wagen, durch gusseiserne Stücke, unten durch starke Winkeleisen, welche zugleich die Schienen der Schiebebühnen tragen und durch Anschlussdreiecke von Blech an den Gitterträgern befestigt sind. Das Ganze ruht auf vier gusseisernen aussen angebrachten Rädern, von denen zwei, mittelst eines Vorgeleges, als Treibräder dienen. Die Höhendifferenz der Schiene der Bühne und dem des anliegenden Gleisstückes wird dadurch ausgeglichen, dass man mittelst hydraulischer Vorrichtungen dieses letztere Gleisstück um ein entsprechendes Stück hebt.

Fig. 10.



35) Eisenbahnzeitung 1855, p. 173.

Canälen. Die Detailconstruction ist sehr kräftig ausgeführt, um Wagen von grossen Längen und bis zu einem Gewichte von 400 Ctr. mit Sicherheit tragen zu können.

Die Oesterreichische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft hat in der neuen Personenhalle zu Prag, sowie im Waarenbahnhofe daselbst eine vom Ingenieur Sambue unter der Leitung des Centraldirectors v. Ruppert ausgearbeitete Schiebebühnenconstruction angewandt, welche in Fig. 10, Tafel XXXIII dargestellt ist. Die Querträger bestehen jeder aus einem einzigen Stücke Schmiedeeisen und hängen an den aussen angebrachten, mit durchgehenden Achsen versehenen Rädern.

Die Laufstränge der Bühne liegen auf Langschwellen, neben welchen parallel andere Langschwellen laufen, so dass zwischen beiden Schwellen, als freier Raum, die Laufrinne für den unterhalb der Schienen liegenden Theil des Querträgers gebildet wird. Die Langschwellen sind unter sich durch Querriegel verbunden.

Zur Befestigung der Laufschienen an den Kreuzungsstellen dient ein gusseiserner Stuhl, Fig. 10ª, dessen Form der eines Steigbügels vergleichbar ist. Derselbe ist an die erwähnten Fundirungshölzer angeschraubt und hält die darauf befestigten Schienen, und zwar sowohl des Bühnen- als auch des Parallelgleises unverrückbar fest. [36])

Auch bei der französischen Westbahn sind unversenkte Schiebebühnen mit aussenliegenden Rädern im Gebrauch. Um jedoch für Letztere einen möglichst grossen Durchmesser zu erzielen, sind die Quergleise für die Schiebebühne um $0^m,21$ tiefer als die Parallelgleise gelegt, weshalb Letztere, wegen des Durchganges der $0^m,05$ breiten Bühnenräder, breitere Fugen erhalten müssen. Die Querträger bestehen aus Gusseisen.

Bei sämmtlichen, oben beschriebenen Schiebebühnen liegen die das zu transportirende Eisenbahnfahrzeug unmittelbar tragenden Längsträger auf den Querträgern, und zwar ausserhalb der Räder des darauf stehenden Wagens, wodurch man den Vortheil erreicht, dass Letzterer auf den konischen Flächen und nicht auf den Spurkränzen seiner Räder ruht, demnach auch die Höhe, um welche der Wagen zu heben ist, um von den Schienen auf die Bühne zu gelangen, um den Betrag des Spurkranzes geringer sein kann. Die Höhe reducirt sich hier daher auf ca. $0^m,05$.

Das Heben selbst kann mittelst verschiedener Vorrichtungen bewirkt werden, wie dies weiter unten auseinander gesetzt werden soll. Vorher möge jedoch die andere Classe von Schiebebühnen, bei welchen die Laufräder innenliegend angebracht sind, näher besprochen werden.

System Dunn. Die älteste derartige Construction und noch jetzt in Deutschland, Frankreich und besonders England viel verbreitet, ist die von Dunn (Londoner Ausstellung 1851). Sie besteht in der Hauptsache aus einem eisernen, kastenförmigen, mit der Oeffnung nach unten gekehrten Schlitten, welcher mit den unteren Kanten seiner Längsseiten den zu bewegenden Wagen trägt. Dieser Kasten wird von paarweise gruppirten Laufrollen getragen (vergl. Fig. 5, Tafel XXXIII), die in der Weise gegeneinander versetzt sind, dass wenn das eine Rollenpaar auf die, wegen des Passirens der Spurkränze der Eisenbahnfuhrwerke, in den Quergleisen ausgesparten Lücken zu stehen kommt, die Bühne auf dem anderen Paare, aushülfsweise, Unterstützung findet.

---

[36]) Bemerkenswerth ist auch die von W. Beyer in Dresden angewandte Construction, bei welcher die Schienen der Parallelgleise auf die Länge der Schiebebühne aus Hartwichschienen hergestellt werden und für das Durchlassen der Bühnenquerträger mit verticalen Schlitzen, die jedoch, vom Kopfe ausgehend, nicht die ganze Schiene trennen, sondern den Fuss derselben unberührt lassen, wodurch ein vorzüglicher Zusammenhalt erreicht wird.

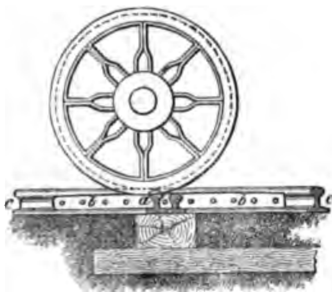
Die Laufrollen der Dunn'schen Schiebebühne sassen ursprünglich auf kurzen, nicht durchgehenden Achsen und hatten auch keine Spurkränze, sondern liefen auf besonderen, mit Führungsrippen versehenen und auf Langschwellen befestigten Querschienen aus Flacheisen. In Folge der geringen Steifigkeit der Letzteren in verticaler Richtung entstanden jedoch leicht im Gleise Vertiefungen und Unebenheiten, aus denen die kleinen Laufräder nur mit grösster Kraftanstrengung herauszubringen waren.

Fig. 5, Tafel XXXIII zeigt die von Prüsmann verbesserte Dunn'sche Schiebebühne zu Löhne.[37]) Jedes der beiden Quergleise ist aus zwei parallel dicht nebeneinander liegenden gewöhnlichen Eisenbahnschienen *aa* gebildet, die mit ihren Köpfen 13mm höher liegen als die Hauptgleise und die an den Kreuzungsstellen mit den Hauptgleisen, für die Spurkränze der auf Letzteren gehenden Wagen, ausgeklinkt sind. Die Verbindung der Querschienen an diesen Stellen mit den Hauptschienen geschieht durch Schrauben, welche durch die aufeinander greifenden Schienenfüsse gezogen sind. Selbstverständlich ist die zweite Schiene der Quergleise eigentlich nur an den kurzen Stellen nöthig, wo die Haupträder *bb* der Bühne in die Ausklinkungen fallen und die Hülfsräder nun zum Tragen gelangen.

Je zwei der mit niedrigen, die Hauptschienen nicht berührenden Spurkränzen versehenen 4 Haupträder *bb* sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse *cc* fest, und da die Laufflächen dieser Räder konisch sind, so ist ein Schieflaufen der Bühne bei ungleichmässigem Anschieben nicht so leicht zu befürchten. Der äussere Durchmesser der Haupträder beträgt 0m,35. Durch Anwendung von gusseisernen Frictionsrollen *hh* wird jedoch der Widerstand so weit reducirt, als ob die Bühne Laufräder von 0m,757 Durchmesser hätte. Mit einer derartigen Schiebebühne können 4 Arbeiter einen Güterwagen mit 200 Ctr. Ladung verschieben.

Badisches System mit zwei Achsen. Anstatt der kleinen Doppelräder der Dunn'schen Schiebebühne hat man zunächst in Baden (v. Ruppert) Gleiskarren mit vier resp. sechs möglichst grossen (0m,45) Laufrädern angewandt, von welchen je zwei resp. drei auf einer und derselben ohne Unterbrechung durchgehenden Achse sassen. Die continuirlich durchgehenden Quergleise wurden von etwas niedrigeren Eisenbahnschienen als die Hauptgleise gebildet (s. nebenstehende Fig. 11) und erhielten ausserdem seitliche Führungsschienen von gewöhnlichem Profil. Hierbei müssen freilich die Schienen der Parallelgleise Einhaue erhalten. Wenn nun ein auf einem solchen Gleise ankommender Wagen über eine Kreuzungsstelle weggeht, um seinen Lauf fortzusetzen, so stützt er sich mit seinem Spurkranze auf den Kopf der Schiene *a* des Bühnengleises und auf 2 Laschen *bb*, die zu beiden Seiten der Schiene *c* des Parallelgleises angenietet sind.

Fig. 11.



Aelteres Badisches System mit drei Achsen. Um die immerhin unangenehmen Einhaue der Parallelgleise zu umgehen, wendet man jetzt häufig auf jeder Seite der Schiebebühne drei auf einem und demselben Schienenstrange laufende Räder an und unterbricht an den Kreuzungsstellen blos diese Querstränge, wobei die Bühne stets auf 4 Rädern gestützt bleibt, wenn auch ein Paar der Laufräder gerade

[37]) Organ 1864, p. 139.

über der Gleisunterbrechung steht. Fig. 3, Tafel XXXIII zeigt eine derartige Schiebebühne der Köln-Mindener Bahn. Die Querschienen für die Bühne sind durch auf Langschwellen geschraubte Flacheisen mit Führungsflantsch gebildet.

Neueres Badisches System mit drei Achsen. Anstatt die 3 Räder auf jeder Seite der Bühne auf einem und demselben Schienenstrange laufen zu lassen, stützt man in neuerer Zeit das mittlere derselben auf einer höheren, neben der Hauptschiene liegenden Parallelschiene, Fig. 8. Letztere dient zugleich als Führung für die beiden anderen Laufräder und erreicht man auf diese Weise eine steife Gleislage für die Schiebebühne.

Konische Laufrollen mit Spurkränzen. Nach den Erfahrungen vieler Eisenbahnverwaltungen (Sächsische Bahnen, Altona-Kieler Bahn u. m. a.) dürfte ein kurzer Einbau von geringer Tiefe in denjenigen Parallelgleisen, wo die Schiebebühnen bis jetzt die häufigste Benutzung gefunden haben, namentlich wenn Stahlschienen verwendet werden, nicht als Uebelstand anzusehen sein. Dann ist aber auch die Führung der Schiebebühnen am einfachsten durch Spurkränze an den äusseren Laufrädern derselben zu erreichen. Sowohl die Parallel- als auch die Quergleise liegen in diesem Falle in gleicher Höhe, Fig. 2^c, und erhalten Letztere die für das Passiren der Spurkränze von Eisenbahnwagen nöthigen Ausschnitte.

Während die Dunn'schen Schiebebühnen wegen ihres schweren Ganges blos für leere Wagen benutzt werden, können die nach dem Princip der Badischen construirten Gleiskarren auch für grössere Lasten mit Vortheil Anwendung finden. So schieben 4 Arbeiter auf der mit je 2 Frictionsrollen pro Achse versehenen $3^m,14$ langen Schiebebühne der Köln-Mindener Bahn mit Leichtigkeit 300 Ctr. Bruttogewicht. Die auf den grossherzogl. Badischen Staatsbahnen gebräuchlichen Schiebebühnen von $5^m,61$ Länge mit festen Lagern für die Achsen der $0^m,45$ im Durchmesser haltenden Laufräder gestatten, bei 4 Mann Bedienung, bequem die Verschiebung von 400 Ctr. Bruttolast.

Wegen der bedeutenden Raddurchmesser lassen sich jedoch diese Schiebebühnen nicht für Wagen mit einigermaassen tief liegenden Bremstheilen benutzen.

System Klett & Co. Bei den in den Werkstätten der Maschinenbau-Gesellschaft zu Nürnberg gefertigen Schiebebühnen, Fig. 4, Tafel XXXIII, ist eine Combination von innen und aussen liegenden Laufrollen angewandt. Jeder der äusserlich angebrachten, aus einem hohen Winkeleisen bestehenden Längsträger, auf welche der Wagen mit den konischen Theilen seiner Räder zu stehen kommt, wird jederzeit von je zwei der vorhandenen niedrigen 3 Laufrollen, deren Achsen mit Frictionsrollkränzen versehen sind, getragen. Die Hauptgleise gehen ohne jede Unterbrechung durch. Die Gleise für die Bühne liegen etwas erhöht und haben entsprechende Lücken an den Kreuzungsstellen. Die äusseren Laufrollen erhalten Spurkränze zur Führung auf den einfachen Laufschienen. Je nach dem Radstande der zu verschiebenden Wagen werden derartige Schiebebühnen mit 3 oder 4 Querschienen construirt. Nach den Erfahrungen der Pfälzischen und mehrerer anderer Bahnen sollen ähnlich gebaute Gleiskarren beim Rangiren von Güterwagen gute Dienste leisten.

System Nollau. Auf dem Bahnhofe zu Altona liegt seit Frühjahr 1866 (zwischen zwei Wagenremisen, 5 Gleise, von denen zwei besonders stark befahren werden, durchschneidend), eine von dem Obermaschinenmeister Nollau angegebene und von der Münchener Techniker-Versammlung für Fälle mässiger Frequenz empfohlene Schiebebühne ohne versenktes Gleis, für welche

unter Anderem charakteristisch die Anwendung eines Zahnradvorgeleges ist, mittelst dessen die Bühne in Bewegung gesetzt werden kann, Fig. 2.[38]) Bei sämmtlichen bisher beschriebenen Constructionen geschah dagegen das Fortbewegen durch directes Schieben an den auf der Bühne stehenden Wagen.

Die Bewegungsübertragung bewirkt Nollau durch konische Räder, von denen die oberen bei der Kurbel gleich gross sind; die unteren sind so übersetzt (12 und 30 Zähne), dass die Bühne bei einer Kurbelumdrehung ca. $0^m,18$ (7 Zoll) Bewegung hat. Bei guter Gleislage ist jedoch eine Schiebung von $0^m,29$ (11 Zoll) vorzuziehen — die unteren Räderpaare würden dann im Verhältniss 1 : 2 übersetzt sein.

Ueberhaupt hat sich herausgestellt, dass bei Schiebebühnen für Locomotiven $0^m,16$—$0^m,21$ (6—8 Zoll), bei solchen für Wagen $0^m,26$—$0^m,31$ (10—12 Zoll) Schiebung bei einer Kurbelumdrehung gerechnet werden kann, bei einer Kurbellänge von $0^m,39$ (15 Zoll).[39])

Der Nollau'sche Gleiskarren läuft auf 4 Schienensträngen und besitzt 4 flache Querträger von $0^m,21$ (8 Zoll) Breite und $0^m,033$ (1,25 Zoll) Dicke, die durch T förmige Gussstücke versteift werden. Die Fahrbahn wird durch Winkeleisen von $0^m,18$ (7 Zoll) und $0^m,124$ (4,75 Zoll) Schenkellänge gebildet, die mit den Querträgern und den Lagerböcken verbunden sind und deren Tragfläche $0^m,085$ (3,25 Zoll) über den Köpfen der Parallelschienen liegt. Die Endquerträger sind ferner durch Hülfsräder gestützt, da sie beim Auffahren der Wagen am meisten in Anspruch genommen werden, ausserdem trifft bei den langen sechsräderigen Wagen von $6^m,60$ (21 Fuss) Radstand gerade je eine Achse auf die Endträger, und endlich erleichtern sie den Uebergang über die Einschnitte des Quergleises. Die Flächen der Hülfsräder sind abgeschrägt, um das Einhaken der Sicherheitsketten zu verhüten. Sämmtliche Räder sind von Gusseisen mit schmiedeeisernen Reifen, sämmtliche Lager möglichst dicht geschlossen mit unterem Schmierkasten.

Eine Achse der Schiebebühne geht ganz durch und die äusseren Räder sind konisch gehalten und mit Spurkränzen versehen. Die Schienen der Hauptgleise müssen Einschnitte erhalten, doch genügt eine Breite von $0^m,033$ bei $0^m,013$ Tiefe.

Benutzt wird die Bühne gewöhnlich für Personenwagen bis zu 230 Ctr. Gewicht, doch sind auch schon schwerere Güterwagen damit rangirt worden. Gewöhnlich sind zwei Mann zum Drehen nöthig, leer kann die Bühne von einem Manne geschoben werden.

Durch Verwendung von Stahl zu den Trägern und eine etwas grössere Höhe derselben ($0^m,035$ bis $0^m,04$) liesse sich die Tragfähigkeit der Bühne noch vergrössern.

Unversenkte Dampfschiebebühnen. Für grosse Bahnhöfe mit lebhaftem Dienste, namentlich bei Güter-Rangir-Bahnhöfen, eignen sich vorzugsweise die in neuerer Zeit immer häufiger zur Anwendung kommenden, durch kleine Dampfmaschinen getriebenenen unversenkten Schiebebühnen. Schon seit etwa 6 Jahren arbeitet auf dem Bahnhofe in Würzburg eine sogenannte Exter'sche Rangirmaschine.[40]) Aus dieser hat sich nach einigen Verbesserungen die Fig. 6^{a-b} auf Tafel XXXIV dargestellte, von der Maschinenbau-Actiengesellschaft in Nürnberg construirte Dampfschiebebühne entwickelt.

Der eigentliche Maschinenwagen, welcher von der Schiebebühne auch getrennt

---

[38]) Organ, Supplementband III, Tafel VII.
[39]) Originalmittheilung.
[40]) Organ 1868, p. 49.

werden kann, besteht in seinem Unterbau aus vier I förmigen Trägern a', vier Querträgern d', den nöthigen Querverbindungen und bewegt sich auf 8 Rollen f' über die beiden mittleren Laufstränge. Sämmtliche Rollen sind mit vier Spurkränzen versehen. Die auf der der Schiebebühne zugekehrten Seite liegenden vier Laufrollen sitzen fest auf zwei durchgehenden Wellen i, deren jede an ihrem Ende ein Zahnrad h trägt; in letzteres greift ein anderes k, welches auf einer Zwischenwelle sitzt, die mit dem Bewegungsmechanismus in Verbindung gebracht werden kann.

Die Maschine ist eine Hochdruckmaschine mit zwei vertical stehenden Cylindern l von 160^{mm} Durchmesser und 180^{mm} Kolbenhub, und Umsteuerung nach Stephenson. Der Dampfkessel ist ein stehender Röhrenkessel mit $7{,}1\,\square^{m}$ vom Feuer berührter Fläche. Zur Belebung des Luftzuges geht der von der Maschine verbrauchte Dampf durch das Blaserohr in den Schornstein.

Die Bewegungsübertragung geschieht von der Kurbelwelle n aus vermittelst zweier Stirnräder auf eine leerlaufende Welle w, welche eine doppelte Klauenkuppelung x, das Stirngetriebe zum Antrieb der Seilrolle y und das stählerne conische Getriebe o zur Fortbewegung trägt. Durch einen Winkelhebel z, dessen kürzerer Hebelarm die Klauenkuppelung umfasst und dessen längerer Arm mit einem Handgriff versehen ist, kann die Bewegung rasch, je nach Bedürfniss, auf die Seilrolle, den Lehrlauf und die konischen Getriebe übertragen werden. Eines der letzteren hat gemeinschaftliche Welle mit einem schmiedeeisernen Stirnrade, welches in die auf den Triebwellen sitzenden eingreift, wodurch die Bewegung auf die Laufrollen übertragen wird.

An der Seilrolle ist ein 15^{mm} dickes und 40^{m} langes Drahtseil befestigt, welches an seinem freien Ende mit einem Bügel versehen ist, der hinter die Bufferbohle des zu dislocirenden Wagen eingehakt wird. Um das ruckweise Anziehen und das dadurch mögliche Reissen des Seiles zu verhindern, ist die Verbindung des Seiles mit dem Bügel eine elastische.

Zum Festhalten der Schiebebühne in den den einzelnen Bahnhofsgleisen entsprechenden Stellungen dient ein Fallriegel, welcher in entsprechende Einschnitte des einen der mittleren Laufstränge eingreift und durch einen Mechanismus mit dem Einrückhebel verbunden ist.

Derartige Dampfschiebebühnen befinden sich auf den Bahnhöfen der k. Bayerischen Staatsbahnen in München, Nürnberg, Limbach.

Im Vergleich zur Verwendung der Rangirlocomotive ergiebt die Dampfschiebebühne folgende Vortheile (vergl. auch Bd. IV Seite 505 dieses Handbuches):

1. Bedeutend geringere Betriebskosten.
2. Beseitigung der bei dem Rangiren mit Locomotiven unvermeidlichen Gefahren für Menschenleben und der häufigen Beschädigungen von Wagen durch Zusammenstösse.[41]

---

[41]) Eine der Exter'schen im Principe ähnliche, jedoch in den Details wesentlich verschiedene Dampfschiebebühne wurde von dem Ober-Ingenieur Clauss in Braunschweig schon im Jahre 1862 ausgeführt. Vergl. Organ 1868, p. 101. Vor Kurzem hat derselbe unter dem Titel »Neue verbesserte Schiebebühnen verschiedener Systeme und zweckmässige Anordnung derselben für Güter- und Personenhallen u. s. w.« eine Broschüre veröffentlicht, in welcher er zwei verbesserte Systeme von Dampfschiebebühnen entworfen, die durch folgende Vortheile sich empfehlen.

Die Dampfmaschine ist als selbstständige kleine Rangirlocomotive, welche bei Reparaturen von der Schiebebühne abgekuppelt werden kann, projectirt. Erstere kann daher auch getrennt von letzterer als Rangirmotor für Herziehen von Wagen oder für andere Zwecke benutzt werden, da sie normale Spur besitzt und mit Buffern versehen ist. Die Bewegung des auf der

Unversenkte Schiebebühnen mit hydraulischem Betrieb. In der Personenstations-Halle der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn zu Berlin befindet sich vor Kopf dreier Gleise eine hydraulisch zu bewegende unversenkte Locomotiv-Schiebebühne. Dieselbe ruht auf 8 Achsen mit 16 Rädern und wird von den Ketten der hydraulischen Maschine in jeder Zugrichtung 2 Mal gefasst, da bei der grossen Länge der Bühne eine nur in einem Punkte in der Mitte angebrachte Zugkette nicht genügen, sondern leicht ein starkes Ecken erzeugen würde.

Die unterhalb des Ankunftsperrons in einem gewölbten Raume gelegene hydraulische Maschine besteht aus zwei horizontalen sich gegenüber liegenden Cylindern mit gemeinschaftlicher Achse, deren Kolben in einem sie zu einem Ganzen verbindenden Zwischenstück je 4 lose Flaschenzugs-Rollen tragen.

Da die Schiebebühne unter Umständen einen Weg von $7^m,54$ zurücklegen muss, während der Kolben nur $1^m,88$ Hub besitzt, so findet durch den Flaschenzug eine 4fache Uebersetzung statt, welche dadurch erreicht wird, dass jede Zugkette über 2 lose Rollen am Kopfstück geht.

Die Steuerung geschieht durch Schieber. Der hydraulische Druck wird durch einen Accumulator erzeugt, welcher gleichzeitig auch für die Bewegung verschiedener Aufzüge auf dem Bahnhofe dient.

§ 13. Vorrichtung zum Heben der Eisenbahnfahrzeuge auf die Schiebebühnen ohne versenktes Gleis. — Nach der Beschreibung der Stützungs- und Bewegungsweise der hauptsächlichsten Schiebebühnensysteme bleibt noch die Besprechung der Vorrichtungen, welche zum Aufbringen der zu verschiebenden Fahrzeuge auf die Bühnenträger dienen.

Bei den älteren Einrichtungen (Bahnhof der Paris-Lyoner Bahn zu Paris) machte man die an die Bühne zunächst liegenden Schienen der Bahnhofgleise beweglich, indem man die Schienenenden mittelst zweier, an einer Achse befindlichen Excentrics bis zur Höhe der Bühne hob, wobei eine Drehung um die anderen Schienenenden erfolgte. Das Herablassen des Wagens vom Schlitten geschah mittelst auf dieselbe Weise hergestellter schiefer Ebenen. Man ist jedoch von dieser Construction wegen der Beweglichkeit der Bahnhofsgleise, sowie der bedeutenden Kosten halber abgekommen und bringt den Hebeapparat jetzt am Schlitten selbst an.

Schiebebühne stehenden Wagens geschieht in sicherster und einfachster Weise nur durch Anwendung von zwei starken Stirnrädern, ohne konische Räder und andere Complicationen, möglichst direct. Die Maschine kann bis zu 10 Atmosphären Ueberdruck arbeiten und ist nach Maassgabe der Erfahrungen an der Braunschweiger Schiebebühne der Art construirt, dass mit derselben mit Sicherheit 240 Wagen binnen 12 Stunden rangirt werden können.

Ein anderes, ebenfalls von Clauss vorgeschlagenes Rangirmaschinen-System unterscheidet sich von dem oben beschriebenen durch die Anordnung des Windeapparates, welcher hier als »mobiler Capständer« construirt ist. Die Platform der ebenfalls mit normaler Spur versehenen Maschine ist niedriger gehalten, und bewegt sich auf der Mitte derselben die vertikale, sauber abdrehte Windetrommel, welche im Innern und zwischen den Rahmen sehr stabil gelagert und unterstützt ist und normal 55 Umdrehungen in der Minute macht. Man hat bei dieser Construction den Vortheil, dass 1) für das Herziehen der Wagen gleichgültig ist, nach welcher Richtung der Capständer sich dreht, da man nur das Seil zum Anziehen nach Bedarf entweder links oder rechts 4—5 Mal um den Capständer zu schlingen braucht, und 2) dass die Geschwindigkeit des anrollenden Wagens durch das mehr oder minder feste Anziehen des Taues regulirt werden kann.

Das auf der Platform aufgerollt liegende und mit einem Haken versehene Tau kann jeden Augenblick in die zu bewegenden Wagen eingehangen und um den Capständer geschlungen werden, ohne dass man erst den Windeapparat rückwärts zu bewegen braucht. (Organ 1875, p. 119.)

Diese Hebevorrichtungen können in 2 Arten getheilt werden. Bei der ersteren geschieht das Auffahren und das Heben des Wagens auf die Schiebebühne nacheinander, bei der letzteren dagegen zu gleicher Zeit.

Erste Art. Schon Brunel (Londoner Ausstellung 1851) construirte für die Great-Western Eisenbahn eine Schiebebühne, bei welcher die Enden der Bühnengleise durch besondere Hebel niedergelassen und, wenn der Wagen aufgestellt ist, wieder aufwärts gehoben werden, so dass der Wagen nicht ablaufen kann.

Auf der Kaiser-Franz-Joseph Orientbahn sind nach der Angabe von Paulus eine grössere Anzahl von Schiebebühnen ohne versenktes Gleis nach dem Lautz'schen Princip mit durchschnittenen Hauptgleisen und aussen liegenden Laufrädern gefertigt worden, deren Querträger durch eine Schraubenvorrichtung beliebig gesenkt oder gehoben werden können, Fig. 11, Tafel XXXIII. Für gewöhnlich sind die Querträger in ihrer tiefsten Stellung, so, dass die Eisenbahnfahrzeuge ungehindert über die Schiebebrücke wegfahren können, ohne mit ihren Rädern an die Längsträger derselben zu kommen. Beim in die Höheschrauben der Querträger werden dagegen die Wagen an ihren Spurkränzen gefasst und von den durchgehenden Gleisen gehoben. Bei Versuchen mit Güterwagen von 280 Ctr. Bruttogewicht hat sich diese Vorrichtung bewährt.[42]

Anstatt der Schraubenvorrichtung wandte man auf dem Bahnhofe zu Bristol und dann auf dem Bahnhofe zu St. Germain hydraulische Vorrichtungen an. Nach demselben Princip ist auch die auf dem Bahnhofe in Stettin gebrauchte Schiebebühne construirt.[43] Auf jedem der 6 Querträger sind über jedem Achsschenkel Presscylinder angebracht, deren Presskolben in ihrer Verlängerung die Lagerdeckel bilden, so dass die Schiebebühne vollständig auf den 12 Presskolben ruht. Sämmtliche Presscylinder sind durch Röhren mit einer Presspumpe verbunden, von wo aus dem zufolge der Druck gleichmässig nach allen Lagern vertheilt wird. In den Wintermonaten wird zur Füllung Glycerin verwendet, welches erst bei 27° R. anfängt sich zu verdicken, in der übrigen Zeit Wasser. Die Fortbewegung selbst der Schiebebühne geschieht durch ein Windenvorgelege.

In Folge der bedeutenden, zum Heben verwendbaren Kraft eignet sich diese Construction selbst zum Bewegen von Locomotiven und Tender. Es ist jedoch gegen dieselbe anzuführen, dass

1. die hydraulische Hebevorrichtung in den einzelnen Verschraubungen schwer dicht zu halten ist,
2. der Verbrauch an Glycerin zu bedeutenden Betriebskosten Veranlassung geben kann.

Im Winter 1866—67 betrugen dieselben für $7\frac{1}{2}$ Pfd. à 12 Thlr. = 90 Thlr. Uebrigens soll nach Dr. Ziurek statt des kostspieligen Glycerins auch rectificirtes helles Petroleum, das erst bei 27° C. erstarrt, angewandt werden können.

Zweite Art. Viel gebräuchlicher ist die zweite Art der Hebevorrichtungen, welche in der Hauptsache aus an der Bühne selbst angebrachten schiefen Ebenen bestehen, die der Wagen beim Auffahren auf die Bühne ersteigen muss.

Schon Dunn wandte bei seiner Schiebebühne zu diesem Zwecke keilförmige Zungen an (vergl. Fig. 5, Tafel XXXIII, die an den Enden der Längsträger mittelst

---

42) Organ 1859, p. 131.
43) Organ 1866, p. 46.

schraubenförmig gewundener, verticaler Scharniere befestigt wurden. Auf den Parallelgleisen aufruhend, befinden sich diese Zungen in ihrer tiefsten Lage und dienen nun als schiefe Ebenen für das Hinaufschieben der Wagen. Ist Letzterer auf der Bühne angelangt, so werden die Zungen um 90° nach innen umgeklappt, das schraubenförmige Gewinde hebt sie wieder und sie nehmen nun in dieser Stellung eine Höhe ein, welche die zu beginnende Bewegung der Bühne in keinerlei Weise hindert.

Später hat man das schraubenförmige Gewinde durch schief gegen die Verticale gestellte Umdrehungsachsen der Keilzungen (Keilklappen) ersetzt, wobei Letztere in der umgeklappten Stellung durch besondere Klinkhaken (Fig. 5, Tafel XXXIII) gehalten werden.

v. Ruppert hat bei dem Umbau der Badischen Eisenbahnen in Deutschland zuerst nicht zum Umklappen eingerichtete Anlaufkeile mit Gegengewicht angewandt. Auf jeder Seite des Schlittenlängsträgers ist nämlich an einer horizontalen Achse eine Art spitz anlaufenden Balanciers (vergl. Fig. 8^b und 10^a) angebracht, welcher durch ein an seinem hinteren Theile angebrachtes gusseisernes Gewicht während des Transportes sich horizontal einstellt. Wenn sich aber der auf die Bühne zu bringende Wagen den Parallelgleisen nähert, so drücken seine Räder die spitzen Zungen auf die Schienen nieder und diese bilden nun die zum Auffahren auf die Bühne dienenden schiefen Ebenen. Ist der Wagen angelangt, haben somit die hintersten Räder die Zungen verlassen, so werden diese ohne weiteres Zuthun vom Gegengewichte wieder gehoben und die Schiebebühne kann in Bewegung gesetzt werden.

Durch die Anbringung der Gegengewichte wird das lästige Ein- und Ausschalten der Keilzungen beseitigt; trotzdem bleiben diese Theile häufigen Reparaturen unterworfen.

Bei der Schiebebühne auf dem Bahnhofe der preussischen Ostbahn zu Berlin (Fig. 7^{a-c}, Taf. XXXIV) ist ebenfalls an einer horizontalen Welle J ein zweiarmiger Hebel Q, welcher einerseits die Anlaufzungen HH und andererseits das Gegengewicht S trägt, befestigt. Ausserdem ist aber um dieselbe Welle mittelst des Auges L der Gewichtshebel M mit dem Gewichte N drehbar. Die Welle J trägt eine ovale Mitnehmerscheibe O, deren Bolzen von dem Gewichtshebel M nach der einen oder nach der anderen Seite herabgedrückt werden. In der gezeichneten Lage drückt das Gewicht N die Zungen auf die Schienen, so dass dem Wagen die Auffahrt auf die Bühne ermöglicht ist. Nach geschehener Auffahrt legt man das Gewicht N um, wobei sich die Anlaufzungen in Folge der Wirkung des Gewichtes S in die Höhe heben. Bei dieser Construction erhalten die Zungen beim Auffahren der Wagen geringere Stösse.

Statt der Gegengewichte wendet Nollau zum Horizontalhalten der $0^m,94$ (3 Fuss) langen Anlaufkeile bei seiner Schiebebühne (Fig. 2^a und 2^c, Tafel XXXIII) Spiralfedern aus $0^m,01$ (0,375 Zoll) dickem Stahldraht an, welche auch bei der horizontalen Stellung der Keile etwas Spannung erhalten. Dieselben sollen den Zweck besser als die vorhin genannten Gewichte erfüllen.

Bei den Schiebebühnen der französischen Ostbahn hat man von beweglichen Keilzungen vollständig abgesehen, indem man die Hubhöhe für die leeren Wagen möglichst reducirte. (Vergl. Couche, Voie materiel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Pl. XXXI. Fig. 1—7.)

In einer hübschen Weise hat dies auch Oberingenieur Clauss bei der Schiebebühne in der Wagenreparaturstätte zu Braunschweig erreicht (Fig. 9^a, Tafel XXXIII). Hier sind die beweglichen schiefen Ebenen durch sanfte Kröpfung und Ver-

senkung der durchlaufenden Gleise erreicht, so dass die Schienenbahn der Bühne fast im Niveau der durchlaufenden Gleise zu liegen kommt. Eine kleine Höhendifferenz wird ebenfalls durch eine sanfte Senkung der Schiebebühnenlängsträger an den Auflaufpunkten der Wagen ausgeglichen, so dass die Letzteren ohne Stoss und zu jeder Zeit sowohl auf die Schiebebühnen als auch durch das durchgehende gerade Gleis gefahren werden können und im ersteren Falle nur eine sehr geringe Hebung bedürfen, um mit ihren Spurkränzen die Hauptgleise nicht zu berühren.

In neuester Zeit hat Clauss, um die beweglichen und vergänglichen Auffahrtszungen zu vermeiden und ein möglichst stossfreies Auffahren zu erzielen, sogenannte Balancier-Schiebebühnen construirt. Zu diesem Zwecke ruhen die Auffahrtsgleise auf starken verticalen beweglichen, untereinander durch starke Querverbindungen verbundenen Blechträgern, welche an den Enden durch eine einfache Hebelverbindung, in der Mitte der Schiebebühne aber durch zwei starke Wellen getragen werden. Der auffahrende Wagen drückt die vertical beweglichen Blechträger auf die Hauptfahrschienen, so dass ohne Stoss und in leichtester Weise der Wagen aufsteigt. Durch die Anordnung der Wellen und der Hebelvorrichtungen ruht der aufgeschobene Wagen in vollkommen sicherer Weise auf der Schiebebühne, so lange der Schwerpunkt des Wagens zwischen der mittleren Entfernung der Unterstützungspunkte sich befindet. Wird der Wagen über diese Punkte hinaus nach der einen oder der anderen Seite fortgeschoben, so senkt sich die Fahrbahn langsam herab und gestattet ein ebenso sanftes Abfahren.

§ 14. Gewichte und Preise der Schiebebühnen. — Auch bei den Angaben über die Gewichte und Preise der Schiebebühnen müssen wir uns aus den schon bei den Drehscheiben angegebenen Gründen auf einzelne Beispiele beschränken.

a. Versenkte Schiebebühnen.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen zur Bewegung der Locomotiven sammt Tender 12^m lange Schiebebühnen ähnlicher Construction wie die Drehscheiben Fig. 6, Tafel XXXI.[44]) Das Gewicht beträgt 212,44 Ctr. und der Preis (im Jahre 1862) incl. Aufstellung und Transport ca. 8490 Rm. (1 Fl. = 2 Rm.)

2. In den Werkstätten derselben Gesellschaft werden Schiebebühnen ganz ähnlicher Construction von nur 8^m,85 gebraucht. Diese wiegen 171,51 Ctr. und kosteten (1862) incl. Aufstellung und Transport ca. 7350 Rm.

3. Die in Fig. 6, Tafel XXXIII dargestellte Locomotivschiebebühne der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg wiegt 160 Ctr. und kostet ca. 6000 Rm. (Angabe von 1869.)

4. Die 12^m lange Dampfschiebebühne für Locomotive und Tender auf dem Bahnhofe der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Prag wiegt 420 Ctr. und kostete exclusive Grube 19400 Rm.

5. Die vierräderigen, 4^m,26 langen, aus Bahnschienen construirten (ähnlich der Fig. 7, Tafel XXXIII) Schiebebühnen der k. Sächs. Staatseisenbahnen wiegen 363 Ctr. und kosten 1000 Rm. — Bei 6,045^m Länge und sechs Rädern beträgt das Gewicht 521,6 Ctr. und der Preis 1335 Rm.

6. Auch bei den Oesterreichischen Südbahnen ist eine Sorte Schiebebühnen von ca. 4^m,0 Länge, ganz aus Schienen construirt, für vierräderige Wagen zur Ausführung gelangt. Das Gewicht derselben beträgt 25,0 Ctr. und der Preis in den gesellschaftlichen Werkstätten excl. Transport und Aufstellung ca. 1200 Rm. (Angabe von 1869.)

b. Nichtversenkte Schiebebühnen.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen für das Verschieben unbelasteter vierräderiger Personenwagen-Schiebebühnen von 4^m,0 Länge nach der Construction von Dunn, Hattersly & Co. in Manchester. Diese wiegen 31,5 Ctr. und kosten in den Werkstätten in Wien excl. Transport und Aufstellung 900 Rm. (Angaben von 1869.)

[44]) Paulus a. a. O.

2. Die k. Sächs. Staatseisenbahnen haben unversenkte, mit Frictionsrollen versehene Gleiskarren von $4^m,27$ und von $6^m,71$ Länge im Gebrauch. Die ersteren wiegen 310 Ctr. und kosten 1392 Rm.

3. Die Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg liefert unversenkte Wagenschiebebühnen von $5^m,457$ Länge, die bei einem Gewichte von ca. 90 Ctr. ca. 3780 Rm. kosten. Fig. 4, Tafel XXXIII. (Angabe von 1869.)

4. Dieselbe Fabrik baut auch Schiebebühnen von $5^m,790$ Länge für Wagen mit sehr tief liegenden Bremstheilen. Das Gewicht beträgt ca. 125 Ctr., der Preis 5130 Rm. (7 Fl. = 12 Rm.) (Angabe von 1869.)

5. Nach den Angaben von Sambue beliefen sich die Herstellungskosten der in Fig. 10, Tafel XXXIII dargestellten Schiebebühnen der k. k. Oesterreichischen Staatseisenbahngesellschaft loco Wien auf ca. 3810 Rm. (Hierbei sind die Querträger im Gegensatz zur Zeichnung in ihrer Aufhängungshöhe durch Schrauben regulirbar.)

6. Die bei der Altona-Kieler Eisenbahn benutzte Schiebebühne von Nollau (Fig. 2, Tafel XXXIII) wiegt 67,70 Ctr. und enthält

19,20 Ctr. Gusseisen
48,10 - Schmiedeeisen
0,40 - Metall.

Die Kosten der Bühne ohne Gleisanlage beliefen sich bei der ersten Anschaffung auf ca. 1500 Rm. Bei schon vorhandenen Modellen und Zeichnungen könnte dieselbe noch billiger hergestellt werden.

Angaben über Gewichte und Preise von französischen Schiebebühnen findet man in Goschler's Traité pratique u. s. w.

Die Kosten der Gruben sowie der Fahrgleise für die Schiebebühnen sind besonders nach bestehenden Einheitspreisen zu veranschlagen. Vergl. hierüber Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 1869, p. 215.

Auf die Bedingnisshefte für die Lieferung von Drehscheiben und Schiebebühnen können wir hier wegen des beschränkten Raumes nicht eingehen und verweisen daher nur auf das musterhafte Bedingnissheft in Paulus, Eisenbahn-Oberbau.

Literatur.

a. Ueber Drehscheiben.

Baine's patentirte schmiedeeiserne Drehscheibe. Engineer vom 1. März 1867, p. 179; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1869, p. 224.

Barlow's Drehscheibe. Repertory of patent inventions 1850, p. 278; Polyt. Centralbl. 1851, p. 130.

Drehscheibe von 40 Fuss zu Battersea. Portfolio Supplement zum »the Engineer«, 12. April, 1872.

Bouquie's, Ferdinand, hydrostatische Drehscheibe. Jobard, Bull. de Musée 1845. T. 8, p. 36; Polyt. Centralbl. 1846, p. 358; Eisenbahnztg. 1846, p. 61.

Brame, Plaques tournantes in dem Aufsatze: Sur les expériences faites par la Compagnie concessionaire du chemin du fer du Nord pour l'amélioration des voies Annales des Ponts et Chaussées. Tome XX, p. 47.

Broomann's Drehscheibe. Mech. Magaz. 1847. Nov., p. 467—473; Polyt. Centralbl. 1848, p. 307.

Buresch, E., Eine einfache und billige Drehscheibe für Güterwagen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1869, p. 213.

Busse, neue Construction von Drehscheiben, Schienen u. s. w. Dingler's polyt. Journ. Bd. 98, p. 455.

Correns, J., Drehscheibe mit Excenter-Unterstützung am Scheibenumfang. Mit Abbild. Organ f. Eisenbahnw. 1872, p. 225.

Eine Drehscheibe mit Dampfkraft. Eisenbahnztg. 1848, Nr. 46; Scheffler's Organ 1859, p. 94; Polyt. Centralbl. 1859, p. 69.

Drehvorrichtung für Kohlenwagen in Hartlepool. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 165.
Drehscheiben, die sich selbst bewegen. Dingler's polyt. Journ. Bd. 130, p. 327.
Drehscheiben. Artizan 1846, p. 71.
Drehscheiben der Königl. Sächs. westl. Staatsb. Civilingenieur. Bd. VI, p. 25.
Drehscheiben von 4m,6 Durchm., gebaut von der Grazer Waggon-, Maschinenbau- und Stahlwerk-Gesellschaft. Organ f. Eisenb.-W. 1873, p. 187.
Drehscheiben von 12m,555 Durchmesser, ausgeführt von »Union« in Dortmund in den Musterconstructionen für Eisenbahnbau I. Bd. Serie V, Taf. 1.
Dunn, Hattersly & Co., Drehscheibe. Artizan 1852, p. 142.
Drehscheiben von Dunn, Hattersley & Co. in Manchester. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1855, p. 64.
Ellis, Verbesserte Drehscheibe mit Hebevorrichtung. Moniteur industr. 1845, Nr. 956; Zeitung f. Eisenb.-W. Bd. 2, p. 17; Dingler's polyt. Journ. 1865, Heft 2.
Drehscheiben und Schiebebühnen auf englischen Bahnhöfen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahn-Verw. 1863, p. 643.
Fritz, C., Drehscheibenriegel auf der Taunusbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 8.
Gusseiserne Drehscheibe von 2m,05 Durchmesser. Oppermann's Portefeuille économ. des machines 1866, p. 26; Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 163.
Handcock's verbesserte Drehscheiben. Mech. Magaz. V. 35, p. 9; London Journal of arts C. S. V. 19, p. 126; Dingler's polyt. Journ. Bd. 82, p. 166; Polyt. Centralbl. 1841, p. 1094.
Harrison's verbesserte Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 35, p. 173.
Herstellungskosten der hölzernen Drehscheiben auf der Taunusbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1848, Beibl. p. 69.
Heusinger v. Waldegg, die hölzernen Drehscheiben auf der Taunusbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1848, p. 89; Polyt. Centralbl. 1849, p. 456.
Hewitt, Verbesserte Construction von Drehscheiben u. s. w. Mechan. Magaz. V. 50, p. 163.
Holcomb's, F. B., Ersatzmittel für die Drehscheiben an Eisenbahnen (Drehweiche). American rail-road Journal durch Civil Engineer and Architect. Journal II, p. 202; Polyt. Centralbl. 1839, p. 841; Dingler's polyt. Journ. Bd. 74, p. 167.
Drehscheiben von Hugh. Engineer Nr. 418 von 1864; Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1864, p. 91; Organ f. Eisenb.-W. 1861, p. 115.
Johnson's Drehscheibe. London Journal C. S. V. 42, p. 8.
Kirchweger, Drehscheiben, Weichen, Maschinenhäuser u. s. w. der Nordamerikanischen Eisenbahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 21.
Krauss, Drehscheibenlocomobile im Bahnhofe Zürich. Schweizer polyt. Zeitschr. 1865, p. 1; Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 29.
Lange, Die grosse Drehscheibe auf dem Bahnhofe zu Buckau bei Magdeburg. Romberg's Zeitschrift f. pract. Baukunst. 1845. Bd. 5, p. 41.
Lindner, A., Mobile Drehscheibe für Räderpaare. Organ f. Eisenb.-W. 1868, Heft 1.
Grosse Drehscheibe von der Locomotiv-Remise in Lübeck. Organ f. Eisenb.-W. 1852, p. 127.
Madigan's Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 48, p. 290, 314.
Beschreibung einer grossen Drehscheibe auf der Magdeburg-Leipziger Bahn. Polyt. Centralblatt 1842, p. 695.
Mallet's hydrostatische Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 37, p. 162; Dingler's polyt. Journ. B. 86, p. 401.
Mallet's und Dawson's neue Eisenbahn-Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 46, p. 149; Dingler's polyt. Journ. 1847. Bd. 104, p. 321.
Meggenhofen's gusseiserne Drehscheibe für Locomotiven auf der Main-Neckar Bahn. Organ f. Eisenb.-W. Bd. I, p. 220.
Mehrtens, Drehscheibe von 5m,334 Durchmesser auf dem Producten-Bahnhofe in Hannover. Zeitschr. des Archit.- u. Ingen.-Ver. in Hannover 1872, p. 391 u. Taf. 535.
Mehrtens, Drehscheibe von 12m Durchm. im polygonalen Locomotivschuppen auf Bahnhof Hannover. Zeitschr. d. Archit.- u. Ingen.-Ver. in Hannover 1870, p. 367.
Newton's Drehscheibe. London Journal of Arts. V. 45, p. 353.
Verschiedene neue Drehscheibensysteme von Nillus, Flachat, Handcock. Armengaud Publications industr. T. V, Livr. 9; Organ f. Eisenb.-W. 1848, p. 15—19; Der Ingenieur. B. I, p. 349.
Oldham's Drehscheibe. Mech. Magaz. V. 35, p. 176; London Journal C. S. V. 20, p. 93; Dingler's polyt. Journ. Bd. 94, p. 258.
Pini, Drehscheiben aus Eisenblech auf der Herzogl. Braunschweigischen Südbahn. Scheffler's Organ 1857, p. 17—25.
Project zum Umkehren ohne Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 30. p. 201.

Pütsch, Hölzerne Drehscheibe für Pferde-Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1866, p. 145.

Siehr, R., Drehscheibe von 5m,53 Durchm. für 350 Ctr. Tragfähigkeit mit doppeltkonischen Laufrollen. Organ f. Eisenb.-W. 1874, p. 7.

Siehr, R., Kritische Bemerkungen über G. Weickum's Erfindungen. Organ f. Eisenb.-W. 1873, p. 97.

Drehscheibe von 12m Durchmesser von Schnabel und Henning in Bruchsal. Organ f. Eisenb.-W. 1875, p. 55.

Simpson's hydropneumatische Drehscheibe und Drehbrücke. The pract. Mechan. Journal 1850, Febr., p. 241; Polyt. Centralbl. 1850, p. 583; Dingler's polyt. Journ. Bd. 116, p. 416.

Drehscheibe der Stargard-Cöslin-Colberger Eisenbahn. Zeitschr. f. Bauw. von Erbkam. 1864, Tafel 17.

Stambke, Die 18füssigen schmiedeeisernen Drehscheiben der Ruhr-Siegbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 60.

Thorold's Drehscheibe. Repert. of patent invent. E. S. V. 12, p. 182; Civ. Eng. 1848, p. 303; Dingler's polyt. Journ. Bd. 110, p. 161.

Trick's, Jos., grosse Drehscheibe von 1000 Ctr. Tragkraft auf der K. Württembergischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1851, p. 53.

v. Weber, M. M., Kleine Drehscheibe für Güterbahnhöfe. Förster's Bauztg. 1859, p. 255.

v. Weber, M. M., Die Drehscheiben der Chemnitz-Riesaer Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. Bd. 2, p. 40; Polyt. Centralbl. 1847, p. 1119.

Weickum's verstellbare Schienenstossverbindung zwischen dem kurrenten Schienengleise und den Gleisen der Drehscheiben, sowie versenkten Schiebebühnen. Allg. Bauztg. 1872, p. 313; Organ f. Eisenb.-W. 1872. p. 228.

Weickum's Patent-Kugel-Drehscheibe. Mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1873, p. 8.

Wild, C. H., in London. Drehscheibe. Organ f. Eisenb.-W. 1855, p. 85.

Wood's, Ed.. Drehscheibe. London Journal 1850, März, p. 73; Polyt. Centralbl. 1850, p. 586; Dingler's polyt. Journ. Bd. 117, p. 108.

Die grossen Drehscheiben auf der Württembergischen Staatseisenbahn. Eisenbahnztg. 1847, p. 231; Polyt. Centralbl. 1847, p. 1117.

Zobel, Beschreibung der eisernen Drehscheiben auf der Frankfurt-Hanauer Bahn. Organ f. Eisenbahn-W. Bd. 2, p. 114.

b. Ueber Schiebebühnen.

Clauss, Der Rolltisch in der Wagenreparaturwerkstatt zu Braunschweig. Scheffler's Organ 1862, p. 64.

Verbesserte Dampfschiebebühnen von Clauss. Organ f. Eisenb.-W. 1875, p. 119.

Grosse Dampfschiebebühne in Amerika. Organ f. Eisenb.-W. 1873.

Beschreibung der Dampfschiebebühne, construirt und ausgeführt von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg. Organ für Eisenb.-W. 1875, p. 117.

Dunn, Mittel, um Locomotiven von einer Linie auf eine andere zu bringen. Mech. Magaz. V. 54, p. 418.

Dunn, Hattersly & Co. in Manchester. Schiebebühne ohne versenktes Gleis. Organ f. d. Fortschritte d. Eisenb.-W. 1855, p. 93.

Exter's neue Rangirmaschine für Bahnhöfe. Organ f. Eisenb.-W. 1868, Heft 2.

Fink, P., Schiebebühne von 38,5 Fuss Länge mit Dampfbetrieb auf dem Bahnhofe der k. k. priv. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Prag. Zeitschr. d. Oesterr. Ing.-Ver. 1870, p. 198.

Imhof, Ueber die neue Hebelvorrichtung zum Fortbewegen der Schiebebühnen und ungeheizten Locomotiven. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 14, ferner 1871, p. 4.

Jogling, Ueber Platformen für Eisenbahnen, Mech. Magaz. V. 23, p. 371, V. 24, p. 124; Dingler's polyt. Journ. Bd. 60, p. 2.

Lautz, R., Schiebebühne für Eisenbahnwagen ohne vertiefte Gleise. Organ f. Eisenb.-W. 1850. p. 1—3 und 157.

Lautz, R., Schiebebühne für Locomotiven ohne versenktes Gleis. Organ f. Eisenb.-W. 1850, p. 137.

Leonhardi, Beschreibung einer Schiebebühne mit Seilbetrieb. Organ f. Eisenb.-W. 1876, p. 85.

Meggenhofen, Beschreibung einer Schiebebühne oder Transportplatform in dem Offenbacher Bahnhofe der Main-Neckar Eisenbahn zu Sachsenhausen. Organ f. Eisenb.-W. Bd. 2, p. 173.

Nollau, Schiebebühne auf dem Bahnhofe Altona. 3. Supplementband des Organs f. Eisenb.-W. Tafel VII.

Paulus, Schiebebrücke ohne versenktes Gleis. Scheffler's Organ 1859, p. 131.

Prüsmann, Schiebebühnen ohne Gleisversenkung. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 139.

Quassowski, Locomotivschiebebühne ohne versenktes Gleis mit hydraulischem Betrieb auf der Personenstation zu Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn. Zeitschrift für Bauwesen 1875, p. 505.

Räderschiebebühne, angefertigt von der Eisenbahn-Werkstätte Rottweil. Nach Mittheilung vom Maschinenm. Gross. Organ f. Eisenb.-W. 1873, p. 65.

Rolltische oder Schiebebühnen, die, auf der Londoner Ausstellung. Amtlicher Bericht. 1. Theil, p. 540; Organ f. Eisenb.-W. 1853, p. 171; Polyt. Centralbl. 1853, p. 266.

Ruppert's Schiebebühne ohne versenktes Gleis. Eisenbahnztg. 1855, Nr. 41; Polyt. Centralbl. 1856, p. 24.

Schiebebühne mit Gitterträgern für Locomotiven und Wagen. Annales du génie civil 1866, Avril, p. 265; Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 29.

Neue Schiebebühne ohne versenktes Gleis. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1852, p. 282; Organ f. Eisenb.-W. 1852, p. 220.

Schiebebühne auf dem Bahnhofe der preuss. Ostbahn in Berlin. Organ f. Eisenb.-W. 1873, p. 211.

Schiebebühne und Drehscheibe, ausgeführt von »Union« in Dortmund in den Musterconstructionen f. Eisenbahnbau. I. Bd. Serie D, Taf. 2.

Stein, Die Schiebebühne im Niveau von 38 Fuss Länge mit hydraulischer Hebevorrichtung auf dem Bahnhofe in Stettin. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 49.

Strothmann, Beschreibung einer Schiebebühne von 26 Fuss Länge, 10 Fuss Breite im Lichten zwischen den Rädern. Zeitschr. f. Bauw. 1855, p. 202; Organ f. Eisenb.-W. 1855, p. 135.

Schiebebühne mit Betrieb durch locomobile Dampfmaschine, construirt vom Maschinenmeister Zander. Der prakt. Maschinenconstr. 1873, p. 50, 68.

Weickum's verstellbare Schienenstossverbindung. Siehe Drehscheiben.

Ferner sind noch aufzuführen:

Paulus, Rudolph, Der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der K. K. p. Südbahn-Gesellschaft bis zum Ende des Jahres 1867.

Plessner, Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen, 1866.

Schmitt, Vorträge über Bahnhöfe. 1. Theil.

Winkler, Dr. E., Vorträge über Eisenbahnbau, gehalten an verschiedenen deutschen polytechnischen Schulen. Heft III. Schiebebühnen und Drehscheiben, bearbeitet von Dr. W. Fränkel.

Goschler, Ch., Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. 1865. Tome II. Chap. VI. § IV.

Couche, Voie, materiel roulant et exploitation technique des chemins de fer,

sowie die bekannten Lehrbücher über Eisenbahnbau von v. Kaven, Becker, Perdonnet u. s. w.

XIII. Capitel.

Gesammtanordnung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von

W. Streckert,

Geheimer Regierungs-Rath und vortragender Rath im Reichs-Eisenbahn-Amt zu Berlin.

(Hierzu Tafel XXXV bis XLI.)

---

§ 1. Einleitung. — Die Anlagen, welche bei dem Verkehrswesen seit der ersten Zeit seines Bestehens nothwendig waren, um das Fortzuschaffende auf- und abzuladen oder um die zur Bewegung erforderliche Kraft zu erneuern, bezw. zu vermehren, finden wir auch bei dem neuen Communicationsmittel — dem Eisenbahnverkehr — unter der Benennung »Bahnhöfe, Stationen[1]) oder Haltestellen«. Der Lauf der Eisenbahnbetriebsmittel wird an diesen Punkten unterbrochen und der auf der Eisenbahn statthabende Verkehr tritt, mit dem ausserhalb desselben vorkommenden, durch die anderen Verkehrsmittel in Wechselwirkung, welcher derartig stattzufinden hat, dass der Zu- und Abgang des zu Transportirenden auf die einfachste, billigste und zweckmässigste Weise zu und von den Fahrmitteln der Eisenbahn bewerkstelligt wird.

Diese Bedingungen sind bei derartigen Anlagen der einzelnen Bahnlinien sehr mannigfaltig erfüllt worden, wie denn überhaupt die Bahnhöfe sowohl in ihrer Gesammtanlage als auch in ihren Einzelnheiten viel Verschiedenheit zeigen, — denn so verschiedene Interessen die einzelnen Bahnlinien ins Leben gerufen haben und ein so geringer planmässiger Zusammenhang für den Gesammtverkehr bei der Anlage der ersten Eisenbahnlinien vorhanden war, nach so verschiedenen Principien sind auch die Bahnhofsanlagen ausgeführt worden. Allgemein gültige Principien für die Bahnhofsanlagen sind aber auch ebensowenig aufzustellen, denn es wirken hierbei nicht nur die Betriebs- und Verkehrsverhältnisse auf die Gestaltung derselben ein, sondern es können auch die localen, klimatischen und sonstigen Verhältnisse von bestimmendem Einfluss sein. Es soll deshalb in diesem Capitel, welches wegen des beschränkt zugewiesenen Raumes eine der Wichtigkeit und grossen Ausdehnung des Gegenstandes entsprechende sehr specielle Behandlung nicht zulässt, die Gesammtanordnung der Bahnhöfe auch nicht nach einer bestimmten Richtung hin erörtert werden, sondern unter Anschluss an die in den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher

---

[1]) Statio der Römerstrassen.

Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebs-Einrichtungen der Eisenbahnen[2]) festgestellten Grundzüge und Anziehung der betreffenden §§ an geeigneter Stelle, die allgemein als zweckmässig erkannten Anordnungen und Einrichtungen unter Beifügung der Pläne ausgeführter Bahnhofsanlagen besprochen und vorgeführt werden.

Die ersten Anlagen, welchen zur Bestimmung ihrer Ausdehnung die sorgfältigsten Ermittelungen der damaligen Verkehrsverhältnisse zu Grunde gelegt wurden, und wobei man stets fürchtete, diese zu günstig angenommen zu haben, genügten so lange als die einzelnen Bahnlinien ohne Zusammenhang bestanden, nachdem letzterer aber durch Zwischenbahnen hergestellt und ein zusammenhängendes Bahnnetz dem allgemeinen Verkehr grosse Erleichterungen verschaffte, nahm dieser selbst auch andere bedeutende, nie geahnte Dimensionen an, und die bescheidenen Einrichtungen der damaligen Bahnhöfe mussten nach und nach vergrösserten Anlagen weichen.

Mit der allgemein sich fühlbar machenden zu geringen Ausdehnung der Bahnhöfe und erforderlich gewordenen Vergrösserung derselben erkannte man auch das Bedürfniss einer gewissen Gleichmässigkeit in der Gesammtanlage derselben, damit der durchgehende Verkehr, durch das ungehinderte Uebergehen der Betriebsmittel von einer Bahn zur anderen, nicht gestört werde. Der Verein der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen stellte hierfür Grundzüge sowie das Normalprofil des lichten Raumes[3]) in den technischen Vereinbarungen unter Zugrundelegung der bei den verschiedenen Bahnlinien als zweckmässig erkannten Einrichtungen zusammen. Trotzdem diese Grundzüge von den deutschen Eisenbahn-Verwaltungen durchweg anerkannt wurden und man hiernach wohl zu der Annahme berechtigt war, ihre Anwendung würde, wenigstens bei Neu- und Umbauten der Bahnhöfe, eine allgemeine und unbedingte sein, so ist dies doch nicht durchweg der Fall gewesen, vielmehr kann fortwährend eine grosse Verschiedenartigkeit der Bahnhofsanlagen bei den verschiedenen Bahnen constatirt werden, welche nicht blos auf örtlichen oder besonderen Betriebsverhältnissen der Bahn-Verwaltungen beruht, auch nicht in der verschiedenen Auffassung der Techniker über gemachte Betriebserfahrungen ihren Grund hat, sondern lediglich aus der eigenwilligen Nichtanwendung der allgemein anerkannten technischen Vereinbarungen sich ableiten lässt. Ein strengeres Festhalten an den Letzteren und insbesondere eine unbedingte Durchführung der nach dem Normalprofil des lichten Raumes festgesetzten Maasse würde manche Unzuträglichkeiten für den Betrieb vermieden und die so wünschenswerthe allgemein einheitliche Gestaltung der Bahnhöfe leichter herbeigeführt haben, deren Wichtigkeit bei Massentransporten, z. B. Truppen-, Proviant- und Materialientransporte im Kriege etc., wobei die Betriebsmittel der verschiedenen Bahnlinien zusammenhängend zur Verwendung kommen und die verschiedenen Bahnhofsanlagen zu durchlaufen haben, besonders hervortritt. In neuerer Zeit sind beim Neu- und Umbau der Bahnhöfe die in den technischen Vereinbarungen niedergelegten Grundzüge strenger beachtet worden und ist dadurch eine grössere Gleichmässigkeit der Anlagen erzielt worden.[4])

---

[2]) Redigirt von der technischen Commission des Vereins nach den Beschlüssen der in Konstanz vom 26. bis 28. Juni 1876 abgehaltenen VII. Techniker-Versammlung des Vereins.

[3]) Zu Triest, am 15. September 1858, durch die Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen anerkannt und bestätigt und theilweise geändert nach den Beschlüssen der in Hamburg vom 26. bis 29. Juni 1871 abgehaltenen V. Techniker-Versammlung des Vereins.

[4]) Durch das »Bahn-Polizei-Reglement und die Signal-Ordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875« (publizirt im Centralblatt für das deutsche Reich vom 8. Januar 1875, Nr. 2) werden auch die noch vorhandenen Ungleichartigkeiten in den baulichen Anlagen und den Betriebseinrichtungen auf den deutschen Eisenbahnen beseitigt.

Kleine Verschiedenheiten in den speciellen Anlagen, welche jedoch nicht störend auf die allgemeinen Betriebsverhältnisse einwirken, werden dabei stets bestehen bleiben können, denn die Fortschritte der Technik, welche das Eisenbahnwesen zu seiner weiteren Entwickelung benöthigt, werden fortwährend Neuerungen in dessen Einrichtungen, mithin auch für die Bahnhofsanlagen, im Gefolge haben.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, dass lange Zeit wenig oder fast gar nichts für eine zweckmässige Umgestaltung und Anordnung der Bahnhofsanlagen geschehen ist und erst in der neuesten Zeit, bedingt durch die bedeutende Zunahme des Verkehrs, denselben die Aufmerksamkeit gewidmet wurde, welche im Stande ist, grössere und zweckmässigere Anordnungen für die Allgemeinheit herbeizuführen; man kann deshalb die Bahnhofsanlagen immer noch in ihrer Entwickelung begriffen betrachten. Selbstredend wird daher das nachstehend Mitgetheilte auch nicht den Gegenstand in seinem ganzen Umfange vollständig erschöpfen und als etwas Abgeschlossenes angesehen werden können.

Das Eisenbahntransportwesen unterscheidet im Allgemeinen zweierlei Arten des Verkehrs: den Personenverkehr und den Güterverkehr, und hiernach auch Bahnhöfe für den Personenverkehr und für den Güterverkehr, welche jedoch, je nach der Ausdehnung der beiden Verkehrsarten oder auch nach der örtlichen Lage des Bahnhofes oder sonstigen Einwirkungen, vereinigt, d. h. Anlagen sein können, welche sowohl den Personen-, als auch den Güterverkehr in sich aufnehmen.

Nach den im Eisenbahnbetrieb gemachten Erfahrungen ist für grössere Stationen eine Trennung der Anlagen für diese beiden Verkehrsarten zweckmässig. I. A. b. § 54 der technischen Vereinbarungen spricht über die Trennung des Anlagen: »Auf den grösseren Stationen sind die Anlagen für die Beförderung der Personen von denen für die Frachtgüter und Producte zu sondern.

Beide erhalten getrennte Auf- und Abfahrten. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Uebersicht über das Ganze nicht verloren gehe und das Ordnen gemischter Züge ohne grossen Zeit- und Kraftaufwand erfolgen kann.

Wünschenswerth sind solche Einrichtungen, welche die Expedition und Beförderung der Eilgüter mit den Personenzügen erleichtern.

Die letzteren Bestimmungen sind bei den grösseren Bahnhofsanlagen nicht überall durchführbar; — auch ist hierbei zu bemerken, dass es sowohl für den Verkehr als auch für die Handhabung des Betriebes vortheilhafter ist, gemischte Züge so wenig als möglich, höchstens für den Localverkehr, einzuführen und nur Personen- und Güterzüge zu bilden.

Bahnhöfe, welche einen bedeutenden Verkehr zu bewältigen haben, bedürfen ausserdem noch eines besonderen Raumes zur Zusammenstellung der für den Transport erforderlichen Fahrmittel zu einem Zuge, beziehentlich zur Theilung eines solchen in seine Theile und zur Aufstellung der in Reserve befindlichen Transportgeräthe, welcher, da man die Manipulation des Zusammenstellens und Auflösens der Züge mit dem Ausdruck »Rangiren« bezeichnet, kurzweg »Rangirbahnhof« genannt wird; bei Bahnhöfen von geringerem Umfang wird derselbe nicht besonders angelegt, sondern bildet einen Theil der für den Güterverkehr vorgesehenen Anlagen.

Die zur Reparatur der Betriebsmaterialien (Maschinen, Wagen etc.) erforderlichen Werkstätten und dazu gehörigen Anlagen, auch Werkstättenbahnhof genannt, werden unabhängig von den den Verkehr bewältigenden Bahnhofseinrichtungen angelegt und gewöhnlich nur durch ein Schienengleis mit denselben verbunden.

Bei Eisenbahnen, welche durch schwach bevölkerte und wenig cultivirte Gegenden führen, oder auch bei Gebirgsbahnen können besondere Stations-Anlagen nur deshalb erforderlich werden, um Wasser und Brennmaterial für den Maschinenbetrieb einzunehmen[5]; man bezeichnet dieselben auch wohl mit dem Namen Wasserstationen; im Allgemeinen versteht man jedoch hierunter einen bestimmten Theil einer Bahnhofsanlage, welcher dazu bestimmt ist, das für den Maschinenbetrieb erforderliche Wasser zu beschaffen.

Ob und wo ein Bahnhof angelegt werden soll, hängt von den Verkehrsbedürfnissen der Gegend und von den Betriebserfordernissen der Eisenbahnanlage im Allgemeinen ab; ausserdem können noch besondere Einwirkungen, z. B. die strategische Bedeutung eines Ortes, Festungsanlagen etc., maassgebend sein.

Aus militairischen Rücksichten können Zwischenstationen auf Hauptbahnlinien, welche bei Truppentransporten im Kriegsfalle vorwiegend zu benutzen sind, erforderlich werden, sofern die für den Verkehr und den Betrieb angelegten Stationen in grösserer Entfernung auseinander liegen, als eine vollständige Ausnutzung der Bahn unter Berücksichtigung der Zugintervallen gestattet.

Nach ihrer Ausdehnung, bezüglich des auf denselben stattfindenden Verkehrs, theilt man die Bahnhöfe ein in:

1. Hauptbahnhöfe oder Bahnhöfe I. Classe, welche einen ausgedehnten Personen- und Güterverkehr, sowie den damit zusammenhängenden Rangirdienst zu bewältigen haben.
2. Bahnhöfe II. Classe, auch gewöhnlich Stationen genannt, welche ebenfalls den Personenverkehr und Güterverkehr in sich aufnehmen, jedoch nicht in der Ausdehnung der Hauptbahnhöfe; bei mehreren Bahnen theilt man diese Classe je nach dem grösseren oder geringeren Verkehr wieder in Unterabtheilungen.[6]
3. Haltestellen, welche entweder nur für den Personen- oder nur für den Güterverkehr — oder für beide Verkehrsarten, jedoch in beschränktem Maasse dienen.

Die in neuerer Zeit mehrfach ausgeführten sog. Centralbahnhöfe haben vorwiegend den Zweck, den Personenverkehr mehrerer an einem Orte mündender Bahnlinien zu vereinigen, seltener dienen dieselben der Zusammenführung des Güterverkehrs.

Nach ihrer Lage zur Hauptrichtung der Bahnlinie werden die Bahnhöfe unterschieden als:

1. Anfangs- und Endstationen, welche also für die betreffende Bahnlinie die Grenz- oder Abschlussanlagen bilden, und
2. Zwischenstationen, welche in beliebigen Entfernungen untereinander angelegt werden und deren Lage durch die Verkehrs- oder Betriebsverhältnisse bestimmt ist.

Sodann theilt man die Bahnhöfe nach ihrer Form zur Richtung der Bahnlinie ein:

1. in Kopfstationen und
2. Durchgangsstationen.

---

5) Auf russischen und amerikanischen Eisenbahnen sind derartige Stationen zur Wassereinnahme in schwach bevölkerten Gegenden angelegt.

6) Bei den Bahnen in Frankreich kommen derartige Unterabtheilungen zu 4 bis 6 Classen vor.

Bei den Durchgangsstationen bleibt die Richtung des einfahrenden Zuges auch dieselbe für den ausfahrenden, während bei den Kopfstationen der Lauf der Züge in der Richtung des einfahrenden Zuges unterbrochen wird und dieselben in entgegengesetzter Richtung abfahren müssen.

Die letztere Classificirung der Bahnhöfe ist vorwiegend für den Personenverkehr in Betracht zu ziehen, weil nicht nur die Lage der hierfür anzulegenden Gleise durch die Richtung der Weiterführung der Bahnlinie mehr beeinflusst wird, wie diejenige der Güterverkehrgleise, sondern auch die Einwirkungen auf die Betriebseinrichtungen für den durchgehenden (Personen-) Verkehr grösser sind wie diejenigen auf den Güterverkehr.

Die Gesammtbahnhofsanlage für den Knotenpunkt mehrerer Bahnlinien verschiedener Richtung kann, wenn dieser zugleich ein militärisch befestigter Punkt ist, in strategischer Hinsicht vortheilhaft als Kopfstation anzulegen sein.

§ 2. Lage der Bahnhöfe in Bezug auf die Oertlichkeit etc. — Durch die Richtung einer Eisenbahnlinie und den Zweck, welchen dieselbe erfüllen soll, sind die Anfangs- und Endpunkte, beziehentlich die Anschlüsse bei Anschlussbahnen und also auch die daselbst anzulegenden Bahnhöfe im Allgemeinen festgelegt, während bei Bestimmung der Lage der Zwischenstationen zunächst neben den Betriebserfordernissen das Verkehrsbedürfniss vorwiegend maassgebend ist. Zu berücksichtigen sind hierbei die Knoten- und Endpunkte verkehrsreicher Land- und Wasserstrassen, welche der allgemeinen Richtung der Bahnlinie nahe liegen oder dieselbe berühren; sodann solche Punkte einer Gegend, welche durch vorhandene gewerbliche Anlagen, sowie durch noch aufzuschliessende Quellen zur Gewinnung von Rohproducten etc. einen regen Verkehr in Aussicht stellen.

Das leitende Princip der Jetztzeit beim Traciren einer Bahnlinie ist das Gegentheil der früher befolgten Ansicht; während man früher eine Bahnlinie über fast alle in ihrer Nähe gelegenen Orte, auch von nur geringerer Bedeutung, führte, sucht man jetzt die kürzeste Linie für die Verbindung der hervorragenden und wichtigen Punkte zu erhalten und die ausserhalb dieser Linie gelegenen verkehrsreichen Orte durch Zweigbahnen mit der Hauptlinie zu vereinigen.[7] Es entstehen auf diese Weise sowie durch Abschneiden der Umwege bestehender längerer Bahnlinien fortwährend neue Linien, welche sich so der kürzesten Richtungslinie oder Luftlinie nähern; hierdurch werden vorhandene Bahnhöfe, welche früher Zwischenstationen waren, Haupt- beziehentlich Anschlussstationen und Hauptbahnhöfe solche von untergeordneter Bedeutung.

Dieser mögliche Wechsel in den Bahnhofseinrichtungen bedingt deshalb für die erste Anlage eine solche Anordnung, dass etwaige vorkommende Erweiterungen später ohne grosse Schwierigkeiten ausführbar sind.

Die Lage des Bahnhofes ist deshalb stets derartig zu wählen, dass eine etwaige Längen- und Breitenausdehnung desselben durch vorhandene Gebäulichkeiten, Wasserläufe, Wegeanlagen etc. nicht gehindert ist, überhaupt eine Ausdehnung nach allen Seiten möglich bleibt.

Besonders ist bei Anlage der Bahnhöfe für grössere Städte auf eine solche Lage derselben Bedacht zu nehmen, welche sowohl eine Bahnhofs-, als auch eine Stadterweiterung zulässt, ohne dass die eine durch die andere eine zu baldige Beschränkung erleidet; erfahrungsgemäss und auch naturgemäss findet die Ausdehnung eines

---

[7]) Secundäre Bahnen, Montan- und Industrie-Bahnen, Bahnen von untergeordneter Bedeutung.

Ortes stets nach der Richtung des Hauptverkehrsmittels statt. Die für Bahnhofsanlagen erforderlichen Grundflächen, welche meistentheils schon durch die Nähe bewohnter Orte oder daselbst befindlicher gewerblicher Etablissements etc. einen höheren Werth haben wie diejenigen, welche zur Herstellung der freien Bahn erforderlich sind, sollten demnach sofort, auf Vergrösserung der Bahnhöfe berechnet, ausreichend gross erworben werden, damit bei dem stetigen und hier wohl in höherem Grade eintretenden Steigen des Grundwerthes Nacherwerbungen nicht zu grosse Geldopfer erfordern, wie dies die älteren Eisenbahnverwaltungen in den letzten Jahren bei dem nothwendigen Umbau ihrer Bahnhöfe haben erfahren müssen.[8])

Die Alignements- und die Höhenverhältnisse der Bahnhöfe sind von dem Charakter der Bahnlinie, ob dieselbe eine Thal- oder eine Gebirgsbahn ist, abhängig. Diese beiden allgemein gehaltenen Unterschiede der Bahnlinien dürften für die Besprechung der Bahnhofsanlagen genügen und nur noch bestimmter insofern zu begrenzen sein, dass diejenigen Bahnen, deren stärkste Neigungen 1 : 100 nicht überschreiten, zu den Thalbahnen gerechnet, während diejenigen mit stärkeren und langen Neigungen zu den Gebirgsbahnen gezählt werden.[9])

Nach den Neigungsverhältnissen einer Bahnlinie ist die Stärke der zur Verwendung kommenden Maschinen und nach diesen wieder die Länge der zu bewegenden Züge zu bemessen, welche letztere schliesslich die Länge der Bahnhöfe bestimmen.

Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber:

I. C. b. § 186. »**Die Länge der Züge ist nach den Neigungsverhältnissen der Bahn, nach den Einrichtungen der Bahnhöfe und nach dem Zustande des Betriebsmaterials zu bemessen. Es sollen aber in keinem Falle mehr als 200 Achsen im Zuge sein.**«[10])

Auf den kleineren Bahnhöfen sollte auch noch das dritte Hauptgleis — das sog. Ueberholungsgleis — stets eine nutzbare Länge erhalten, welche mindestens der Länge des stärksten, die Bahnlinie passirenden Zuges entspricht.

Zur leichteren und sicheren Handhabung des Betriebes legt man die Bahnhofsflächen gewöhnlich horizontal, sowie die Mittellinie in eine gerade Linie und weicht hiervon nur in besonderen Fällen ab, z. B. bei Gebirgsbahnen etc. Die technischen Vereinbarungen bestimmen in den Grundzügen für die Gestaltung der Haupt-Eisenbahnen Deutschlands unter I. A. a. § 3 im Allgemeinen: »**Der Krümmungshalbmesser der Curven soll womöglich bei Bahnen im flachen Lande nicht unter 1100^m, im Hügellande nicht unter 600^m, bei Gebirgsbahnen nicht unter 300^m betragen. Radien unter 180^m sind unzulässig.**«

Die dann anzunehmende Neigung der Gleise gegen die Horizontale darf nur einen Winkel bilden, welcher kleiner ist als der Ruhewinkel der Fahrzeuge[11]) und der

---

[8]) Die Bahnhöfe der preussischen Eisenbahnen haben seit den letzten 15 Jahren eine Vergrösserung von rot. 1/3 ihrer gegenwärtigen Gesammtgrösse erhalten; — die Gleislängen der Bahnhöfe bilden gegenwärtig mehr als 1/3 der Gesammtlängen sämmtlicher Gleise. (Statistik der preuss. Eisenb.)

[9]) Die technischen Vereinbarungen unterscheiden im § 2 der Grundzüge etc. Bahnen im flachen Lande, im Hügellande und im Gebirge.

[10]) Das Bahn-Polizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 bestimmt im § 23: »Mehr als 150 Wagenachsen sollen in keinem Eisenbahnzuge gehen. Solche Züge, in welchen auch Personen befördert werden, sollen nicht über 100 Wagenachsen stark sein. Militairzüge dürfen mit Rücksicht auf ihre geringe Fahrgeschwindigkeit ausnahmsweise bis 150 Wagenachsen stark sein.«

[11]) Nach neueren Untersuchungen ist die Tangente des Ruhewinkels gut construirter Eisenbahnwagen (1 : 600) = 0,0017.

Radius der für die Mittellinie zu wählenden Curve muss so gross sein, dass noch eine Entwickelung und Ausbildung der Weichenstrassen möglich ist, ohne schärfere, als die gewöhnlich auf den Bahnhöfen zulässigen Curven zu erhalten. Im I. A. b. § 53 der technischen Vereinbarungen sind die auf Bahnhöfen zulässigen Neigungen wie folgt bestimmt:

»Grössere Neigungen als 1 : 400 sollen auf Bahnhöfen nicht vorkommen; jedoch können da, wo sehr lange Züge mit einander kreuzen, die Endweichen auch in grössere Neigungen gelegt werden.«

Durch den Umbau beziehentlich die Vergrösserung der Bahnhöfe in neuerer Zeit haben vielfach die angrenzenden in einer Neigung liegenden Bahnstrecken zum Bahnhofsplanum herangezogen werden müssen und da die Neigungen ohne ungünstige Gestaltung der Gradiente der freien Bahn oder zu bedeutende den Bahnbetrieb störende Arbeiten nicht vollständig zu beseitigen waren, so findet man vielfach Bahnhöfe zum Theil in, wenn auch nur mässigen Neigungen liegen. Ueber die Längen bestimmt I. A. b. § 53 der technischen Vereinbarungen ferner:

»Die Bahnhöfe sollen in der Regel eine horizontale Strecke, wo möglich von 900^{m}, mindestens jedoch im flachen und Hügellande von 550^{m}, im Gebirge von 180^{m} erhalten. Im flachen und im Hügellande sollen hiervon mindestens 180^{m} in gerader Linie liegen.«

Die hier angegebenen Minimallängen sind zwar den Betriebsverhältnissen der letzten Zeit entsprechend angenommen worden, doch empfiehlt es sich die Minimallänge der Bahnhöfe der Gebirgsbahnen, wenn irgend thunlich, grösser und zwar bis 300^{m} anzunehmen[12]), damit die Endweichen noch auf die Bahnhofshorizontale zu liegen kommen. Diese Länge der Gebirgsbahnhöfe empfiehlt sich auch deshalb, weil gegenwärtig das Bestreben obwaltet, die Maschinen für grössere Leistungen zu construiren.

Die Erhaltung der taktischen Einheit bedingt für Militairzüge eine Länge der Ausweichegleise des Bahnhofes von 480 bis 500^{m}; auf Bahnlinien mit sehr starken Neigungen, Gebirgsbahnen, wird durch eine Theilung der Züge eine kürzere Länge der genannten Gleise genügen.

Bei Bahnen mit starken Neigungen ist es zweckmässig, die an die Bahnhofshorizontale anschliessenden Neigungen der freien Bahnstrecken nicht stärker als 1 : 200 oder 1 : 300 herzustellen; diesen Uebergangsneigungen ist eine Länge von etwa 60, beziehentlich 100^{m} zu geben und sind die Gefällwechsel abzurunden.[13])

Die technischen Vereinbarungen bestimmen in I. A. a. § 2: »Das Längengefälle, welches die Hauptbahnen in der Regel nicht überschreiten sollen, beträgt im flachen Lande 1 : 200, im Hügellande 1 : 100, im Gebirge 1 : 40. Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Uebergänge mittelst möglichst schlanker Curven von mindestens 2000^{m} Radius abzurunden. Zwischen Gegengefällen oder Gegensteigungen von 1 : 200 und darüber soll eine horizontale Strecke, wo möglich von der Länge eines Güterzuges, eingelegt werden.«

Eine Begrenzung der Bahnhöfe durch Wegeanlagen, welche die Bahnlinie

---

12) Bahnhöfe grösserer Orte mit bedeutendem Güterverkehr haben auf den deutschen Bahnen schon eine Länge bis zu 3000^{m} erreicht.

13) Nördlinger, über die Vermittelung der Gefälle sowie der geraden und gekrümmten Strecken auf Eisenbahnen. — Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1868, p. 101 u. 433. (Nach den Annales des ponts et chaussées 1867. Novembre et Decembre, p. 312.)

schneiden, ist soviel als möglich zu vermeiden, und an solchen Stellen, an welchen das Verkehrsinteresse oder andere vorwiegende Gründe die Lage eines Bahnhofes in der Nähe solcher Wegeanlagen, welche einen sehr starken Verkehr zu bewältigen haben, wünschenswerth erscheinen lassen, sind die letzteren, wenn irgend thunlich, nicht im Niveau zu überführen, sondern unter der Bahn hindurch — Unterführungen — oder über dieselbe — Ueberführungen — zu leiten.

Man legt deshalb auch zweckmässig den Theil eines Bahnhofes, welcher den Güterverkehr oder überhaupt den vorherrschenden Verkehr aufzunehmen hat, auf die Seite, von welcher der Hauptverkehr zu erwarten steht; es wird hierdurch eine Ueberschreitung der Bahnlinie vermieden und zugleich der kürzeste Weg für die An- und Abfuhr erreicht.

Die Höhenlage des Bahnhofes ist, soweit die Horizontal- und Verticalprojection der Gesammtbahnlinie dies gestattet, derartig zu den vorhandenen Communicationsmitteln zu wählen, dass alle Zu- und Abfuhren, ohne grosse Steigung zu überwinden, bewerkstelligt werden können. Die Bahnhöfe in Verbindung mit Wasserläufen, Flüssen, Canälen, Seehäfen etc. legt man auch nur so weit über die bekannten höchsten Wasserstände, dass noch ein directes Ueberladen von den Bahntransportgeräthen zu den Wasserfahrzeugen und umgekehrt, oder ein Ueberführen der ersteren selbst zu den letzteren [14]), sowie eine Trockenlegung des Bahnhofplanums möglich bleibt. I. A. a. § 9 der technischen Vereinbarungen bestimmt: »**Das Planum ist dergestalt trocken zu legen, dass das tiefste Eindringen des Frostes in die Erde nicht den höchsten Stand des Grundwassers erreicht. Die Sohle des Bettungsmaterials muss unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung nach den Seiten des Planums erhalten.**«

Desgleichen sind die verschiedenen Bahnhofsanlagen eines und desselben Ortes in eine solche Lage zu einander zu bringen, dass eine Verbindung derselben, zur Ueberführung der Güter, sowie auch wenn erforderlich der Personen, ohne Anwendung zu grosser Neigungen, höchstens 1 : 80 bis 1 : 100, statthaben kann. (Siehe Techn. Vereinb. I. A. b. § 58 alinea 2.)

Sofern das Einlaufen anderer Bahnlinien in einen Bahnhof nur möglich ist, wenn dieser selbst oder die anschliessende freie Bahn vorher geschnitten wird, sind derartige Kreuzungen wenn thunlich nicht im Niveau der Schienen auszuführen, sondern der Einlauf in den Bahnhof ist durch Unter- oder Ueberführungen der bestehenden Bahnanlagen zu bewirken.[15]) Derartige Bahnanlagen mit theilweiser Ueber- oder Unterführung der Gleise der einen Bahnlinie über oder unter diejenigen der anderen kommen in grösserer Ausdehnung bei den unter verschiedenen Verwaltungen stehenden Bahnlinien industrieller Gegenden, sodann den Verbindungsbahnen (Gürtelbahnen) zwischen den Bahnhöfen grosser Städte vor, z. B. London, Paris, Berlin, Breslau etc. und beim Einlaufen der Bahnen verschiedener Verwaltungen in ein und denselben Bahnhof.

Die Anlage derartiger Ueber- oder Unterführungen der Bahnlinien verursachen neben dem hierdurch gewöhnlich nothwendig werdenden stärkeren Neigungen derselben auch meistentheils nicht unbedeutende Herstellungskosten. Sofern der für

---

[14]) Trajectanstalten, Fähren aller Art, Dampfschiffverbindung etc.

[15]) Anordnung der Gleise auf der Nordbahn bei Paris zur Sicherung eines unbehinderten und sicheren Cursirens der Züge. Zeitschrift f. Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1868, p. 273. Organ 1869, p. 114.

mehrere Bahnlinien verschiedener Richtung gemeinschaftliche Bahnhof einem verantwortlichen Beamten unterstellt ist, dürfte sich nichts dagegen zu erinnern finden, die Durchschneidungen der Hauptgleise der ein- und auslaufenden Bahnlinien auf dem Bahnhofe im Niveau stattfinden zu lassen. In diesem Falle werden die Durchkreuzungsstellen besonders zu überwachen und durch Signalvorrichtungen zu sichern sein. Fig. 2, 2^a und 2^b, Tafel XXXVI zeigt die Kreuzung eines Bahnhofes durch eine Bahnlinie anderer Richtung und den Einlauf einer schmalspurigen Bahn — — Rossbahn — in den unteren Bahnhof und die Weiterführung aus demselben unter den durchgehenden Hauptgleisen hindurch; die beiden Bahnhöfe sind durch ein geneigtes Gleis verbunden.

Besonders erwähnenswerth sind die in verschiedener Höhenlage sich schneidenden Bahnlinien verschiedener Verwaltungen mit einem Bahnhof am Kreuzungspunkt derselben. — Der Personenbahnhof wird hierbei insoweit für beide Linien gemeinschaftlich angenommen, als das gemeinschaftliche Empfangsgebäude, welches mehrere Etagen enthält, einen höher- und einen tieferliegenden Perron hat, welche beide durch Treppen, Aufzugsvorrichtungen für das Gepäck etc. mit einander verbunden sind, man nennt eine solche Anlage — Thurmstation —; für den Güterverkehr jeder Bahnlinie sind dahingegen besondere Bahnhofsanlagen getrennt, im Niveau der Hauptgleise jeder Bahn, angelegt, welche wieder durch ein in einer Curve geneigt liegendes Gleis, an welches sich besondere Uebergabegleise anschliessen, mit einander verbunden sind. — (Bahnhof Delitzsch, Falkenberg der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn.)[16]) — Mehrere derartige Anlagen sind in neuerer Zeit hergestellt.

Für die Bauausführung wird in den meisten Fällen diejenige Höhenlage des Bahnhofes am zweckmässigsten sein und die geringsten Anlagekosten erfordern, bei welcher sich das Bahnhofsplanum der vorhandenen Terrainoberfläche soviel als möglich anschliesst, d. h. nicht zu hohe Aufträge und nicht zu tiefe Einschnitte erforderlich macht; kostspielige Fundationen der aufzuführenden Gebäude werden hierbei vermieden und eine wenig veränderliche Höhenlage der Gleisanlagen sowie eine leichtere Entwässerung der Bahnhofsfläche erzielt werden können.

Die Entwässerung der Bahnhofsfläche ist für die Erhaltung der normalen Höhenlage der Gleise von grosser Einwirkung und besonders auf grossen Bahnhöfen mit besonderer Vorsicht und systematisch auszuführen, weil auf diesen das ausreichende Gefälle zur Abführung der Wassermengen meist nur sehr spärlich zu erhalten ist. Die Ableitung der Niederschläge zwischen den Schienengleisen bewirkt zweckmässig ein System von Drainröhren, welche durch Sammeldrains das Wasser kleinen gemauerten Abzugscanälen zuführen; die letzteren, welche auch zur Entwässerung der tiefer liegenden Bahnhofstheile, sowie der Drehscheiben, Schiebebühnen mit versenkten Gleisen etc. bestimmt sind, münden in grössere Abzugscanäle, denen man zweckmässig einen eirunden Querschnitt giebt und die man an den Einmündungen der kleineren Canäle mit Einsteigschächten zur Reinigung und zur Beseitigung etwaiger Verstopfungen der Canäle versieht. Eine andere Art der Entwässerung der Bahnhöfe ist diejenige, die Gesammtbahnhofsoberfläche in der Richtung ihrer Breite nach beiden Seiten in ein Gefälle zu legen (in neuerer Zeit vielfach auf den Bahnhöfen der Bayerischen Eisenbahnen ausgeführt); auf die Gleislage ist hierbei die Neigung von unwesentlichem Einfluss. Die gesammelten Wassermengen werden entweder in die

---

[16]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1872. Heft IV bis VII: Kreuzung der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn mit der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn bei Delitsch und Falkenberg.

zur Aufnahme der Entwässerung und Trockenlegung der Bahnhofsfläche anzulegenden tieferen Bahngräben geleitet oder in besonderen grösseren Canälen weiter geführt.

I. A. b. § 60 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen bestimmt hierüber: »**Für eine gründliche Entwässerung der Bahnhöfe ist in geeigneter Weise Sorge zu tragen.**

Die Bodenbeschaffenheit der zur Anlage eines Bahnhofes in Aussicht genommenen Fläche ist vorher genau zu untersuchen und durch Bohrungen oder Schürfungen die Gebirgsformation festzustellen, damit späteren etwaigen Betriebsstörungen durch Rutschungen, Senkungen etc. vorgebeugt und die Tragfähigkeit des zur Aufnahme der Gebäude etc. bestimmten Untergrundes geprüft werden kann.

Ausserdem ist die Untersuchung auf die Wasserbeschaffung auszudehnen und vor der Anlage des Bahnhofes festzustellen, ob das für den Betrieb erforderliche Wasserquantum zu erhalten und dasselbe soviel als möglich chemisch rein ist, oder ob dasselbe durch vorhandene Beimischungen so wenig brauchbar ist, dass durch Wasserleitungen der Wasserbedarf zugeführt werden muss.

Ueber die Herstellung des Bahnhofplanums ist Näheres in Capitel II. und III. dieses Bandes enthalten.

§ 3. Ermittelungen über den zu erwartenden Verkehr. — Um die Ausdehnung eines Bahnhofes bestimmen zu können, ist der etwa zu erwartende Verkehr vorher zu ermitteln und der Projectaufstellung zu Grunde zu legen. Die Ermittelungen geben jedoch selten zufriedenstellende Resultate; der Verkehr ist in den meisten Fällen nur annährend festzustellen; auch hat die Erfahrung gelehrt, dass die Annahmen hierüber fast durchweg weit hinter dem sich später entwickelten Verkehr zurückgeblieben sind. Obgleich die wenig zutreffenden Berechnungen hauptsächlich in den grossentheils mangelhaften statistischen Aufzeichnungen über den stattgehabten Transport und die Beweglichkeit der Bevölkerung einer bestimmten Gegend ihren Grund haben, so werden doch auch durch die vorhandenen und noch entstehenden Zufuhrwege die Zufluss- und Abfuhrgebiete des rascher und billiger befördernden Communicationsmittels bedeutend grösser, als dies bei dem älteren Transportmittel der Fall war, sowie neue, seither nicht gekannte Verkehrsquellen erschlossen. Ausserdem wird aber auch durch den Bau neuer Bahnlinien dem bestehenden Verkehr oft eine andere, der neuen Bahnanlage günstige Richtung gegeben.

Zunächst sind Production und Consumtion einer Gegend, sofern dieselben zu ihrer Verwerthung des Eisenbahntransportes bedürfen, sowie die Bevölkerung derjenigen Ortschaften, welche nach dem anzulegenden Bahnhof den kürzesten und directesten Weg haben, durch Zahlen festzustellen[17]), diesen Summen ist ein gewisser Procentsatz für Zunahme des Verkehrs hinzuzusetzen, wobei man annehmen kann, dass in Gegenden, in welchen eine grössere Thätigkeit und industrielle Begabung vorhanden, der Verkehr sich in einem viel höheren Grade entwickeln wird, als in solchen Districten, in welchen diese Vorbedingung fehlt. In neuerer Zeit wird bei dieser Berechnung durch die grosse Ausdehnung des Eisenbahnnetzes auch mit in Betracht zu ziehen sein, welcher Verkehr von anderen bereits bestehenden und zu stark belasteten Bahnlinien der neuen Bahnanlage zugeführt werden wird.

---

[17]) Annales des ponts et chaussées. Jahrgang 1869. Heft April und Mai. Ueber die Vorausbestimmung des muthmaasslichen Verkehrs projectirter Localbahnen, — daselbst Abhandlung vom Ingenieur Michel, Bau- und Betriebsverhältnisse der Eisenbahnen des industriellen Jura.

Sodann ist es wichtig zu wissen, nach welcher Richtung der Bahnlinie der Verkehr sich hauptsächlich entfalten und ob derselbe zu allen Jahreszeiten gleich stark und regelmässig oder nur zu bestimmten Zeiten in grösserem Maasse stattfinden wird; ferner von welcher Beschaffenheit die zu transportirenden Güter sind, ob es Producte, beziehentlich Fabrikate sind, welche den Witterungseinflüssen entzogen werden müssen, oder derartige, welche denselben längere oder kürzere Zeit unbeschadet ausgesetzt sein dürfen, oder auch ob Gegenstände zu transportiren sind, deren Lagerung besondere Vorsichtsmaassregeln und deren Verladung bestimmte Vorrichtungen erfordert.

Nach diesen Ermittelungen ist sowohl die Ausdehnung der Gleisanlagen als auch die Grösse und die Lage der nothwendigen Lagerräume zu bemessen, und bezüglich der letzteren festzustellen, mit welchem Flächenraum dieselben überdeckt anzunehmen sind und in welchem Umfange freie, unbedeckte Lagerplätze erforderlich werden.

Finden grössere Transporte nur zu bestimmten Zeiten statt, so müssen die Anlagen auf einem Bahnhofe fast durchweg grösser angenommen werden, als wenn der Verkehr auf das ganze Jahr gleichmässig vertheilt zu bewältigen ist. Zu den Bahnhöfen mit Verkehr zu bestimmten Zeiten sind diejenigen zu zählen, welche ihren Transportaustausch hauptsächlich mit Canälen, Flüssen etc. unterhalten, sodann auch wohl Güterbahnhöfe für Getreidetransport, Transport von Früchten aller Art, auch hin und wieder von Kohlen etc. und solche Personenbahnhöfe, z. B. in hervorragend schönen Länderstrichen, bei Heilbädern gelegen etc., welche nur während der wärmeren Jahreszeit stärker benutzt werden. Bei den Einrichtungen eines Bahnhofes für einen grossen Localverkehr ist auch die Grösse des durchgehenden Verkehrs in Berücksichtigung zu ziehen, derselbe wirkt hauptsächlich durch das Rangiren der Güterzüge und deren Länge bestimmend auf die Ausdehnung und die Anordnung der Gleise, deren Längenausdehnung nach der Länge der Züge bemessen werden muss.

§ 4. Die Bedürfnisse für das Betriebsmaterial etc. — Nach der Ausdehnung eines Bahnhofes, beziehentlich der Grösse des Verkehrs auf demselben, nach seiner Lage zur Richtung der Bahnlinie und nach dem Charakter der letzteren selbst, sind die Bedürfnisse für das Betriebsmaterial: die Gleisanlagen und die dazu gehörigen Einrichtungen, die Gebäulichkeiten etc., welche auf demselben unterzubringen sind, zu bemessen. Zu den Gleisanlagen sind nicht nur die Gleise und die dieselben verbindenden Weichen, Kreuzungen u. s. w. zu zählen, sondern auch die Drehscheiben, Schiebebühnen mit und ohne versenkte Gleise etc.

Die für das Betriebsmaterial erforderlichen baulichen Anlagen[18] umfassen den Locomotivschuppen, die Wasserstationen mit Brunnenanlage beziehentlich Wasserleitung und Wasserkrahne, den Wagenschuppen, den Cokesschuppen nebst Ladebühne, die Feuerlösch- und Reinigungsgruben, die Reparaturwerkstätten mit ihren Einrichtungen und den zugehörigen Magazingebäuden.

Die Zahl und die Grösse der einzelnen Anlagen hängt wiederum von der Ausdehnung des auf dem Bahnhofe zu erwartenden Verkehrs ab.

Die Lage der Locomotivschuppen ist derartig zu den übrigen Bahnhofseinrichtungen zu wählen, dass die Maschinen auf dem kürzesten Wege zu den Zügen und hauptsächlich zu den Personenzügen gelangen können, ohne die Rangir- und die

18) Organ IV. Band, p. 67. Ueber englische Bahnhofsanlagen von Jules Morandière daselbst p. 123. Ueber Bahnhofsanlagen für den Zugdienst auf den englischen Eisenbahnen im Jahre 1865 von Demselben.

Güterverkehrgleise durchfahren zu müssen. Aus einem der Hauptgleise zweigt man hierzu meistentheils ein besonderes Gleis ab, welches durch Drehscheiben, Schiebebühnen oder Weichen mit den einzelnen Maschinenständen des Locomotivschuppens in Verbindung gebracht wird.

Die Grundrissformen der Locomotivschuppen sind sehr verschiedenartig; man unterscheidet zunächst rechteckige und kreisförmige, beziehentlich polygonale.[19]) Bei der ersteren Form liegen die Maschinenstände parallel zu einander, während dieselben bei der letzteren radial zur Bogenform stehen und durch die Verlängerung ihrer zugehörigen Gleise in convergirender Richtung einen Vereinigungspunkt erhalten, in welchem durch die Anlage einer Drehscheibe eine leichte Verbindung der einzelnen Maschinenstände unter einander und mit den anderen Gleisen hergestellt wird. Die kreisförmigen Grundrissformen sind entweder aus halben Kreisbogen, kleineren oder grösseren Bogenstücken (Hufeisenform) oder auch aus vollen Kreisen gebildet.

Die Locomotivschuppen mit kreisförmiger oder hufeisenförmiger, beziehentlich entsprechender polygonaler Grundrissform haben den Vortheil, dass die zugehörigen Drehscheiben mit überdacht werden können, dieselben sind wegen ihrer Raumersparniss auf beschränkten Bahnhofsflächen vielfach angewandt.[20])

In neuerer Zeit wird jedoch wieder mehr den rechteckigen Locomotivschuppen der Vorzug gegeben und hierfür als maassgebend die bessere Erhellung und Erwärmung, sowie der geringere Herstellungspreis pro Locomotivstand (unter sonst gleichen Verhältnissen) bezeichnet.[21]) Die Verbindung der einzelnen Locomotivstände mit den ausserhalb liegenden Gleisen wird hierbei durch ein von diesen abzweigendes Gleis hergestellt, welches direct auf die in der Mittelachse des Locomotivschuppens liegende Schiebebühne führt; die Locomotivstände liegen zu beiden Seiten der Schiebebühne, deren Bewegung zweckmässig und billig durch eine Gasmaschine bewirkt werden kann. Die Breite und Länge dieser Schiebebühnen ist den bezüglichen Dimensionen der Maschinen einschliesslich des Tenders entsprechend zu $2^m,8$ bis $3^m,0$ und $12^m,5$ anzunehmen, auch sind dieselben stets für versenkt liegende Gleise zu construiren.

Die Gleisanlagen sind bei dieser Anordnung einfacher und weniger ausgedehnt, als dieselben früher bei den Locomotivschuppen rechteckiger Grundrissformen angewandt wurden, wobei gewöhnlich die Verbindung der einzelnen Locomotivstände mit den Hauptgleisen durch ein von dem letzteren auslaufendes Nebengleis erfolgte, von welchem wieder durch zwei- und dreitheilige Weichen gebildete Gleisbündel ab-

---

[19]) Allgemeine Bauzeitung. Wien 1861, p. 255. Locomotivremise für 16 Maschinen.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1865. Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn von W. Weise.

[20]) Die Techniker-Versammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen hat sich in einer Conferenz zu München, 1868, über die Frage:

Welche Erfahrungen liegen über die Zweckmässigkeit der runden, nur durch eine Drehscheibe zugänglichen Schuppen für Locomotiven im Dienste vor? folgender Weise ausgesprochen:

Runde Locomotivschuppen, welche nur durch eine, jedoch solide construirte und fundirte Drehscheibe zugänglich sind, haben sich im Dienste im Allgemeinen bewährt, desgleichen auch halbrunde und segmentförmige Schuppen in Gegenden, die von Schneewehen weniger zu leiden haben.

Beide Arten von Schuppen empfehlen sich für die Unterbringung einer grösseren Anzahl von Maschinen vorzüglich auf Bahnhöfen mit beschränkten Räumlichkeiten.

[21]) Zeitschrift für das Bauwesen. Jahrgang 1870, p. 550. Römer, der Bau grösserer Locomotivschuppen.

zweigten, deren Enden dann die Locomotivstände bildeten. Je mehr Stände hierbei parallel nebeneinander lagen, desto grössere Länge war für die Weichenverbindungen nothwendig und daraus ergiebt sich, dass diese Anordnung nur für Schuppen zweckmässig erscheint, welche zur Aufnahme einer kleinen Anzahl von Locomotiven bestimmt sind. Die Gleisanordnung mit Benutzung einer Schiebebühne vor den Locomotivschuppen kommt seltener zur Anwendung und dürfte auch wegen der durch die äusseren Witterungseinflüsse leicht defect werdenden Schiebebühnen und der schwierigeren Fortbewegung derselben weniger zu empfehlen sein.

Die zum Drehen der Locomotiven ausserhalb des Schuppens erforderliche Drehscheibe legt man entweder in das zu demselben führende Gleis oder auch zweckmässig seitwärts in ein von diesem abzweigendes Gleis, damit die Maschinen, welche nicht gedreht zu werden brauchen, auch die Drehscheibe nicht befahren. Der Durchmesser der Drehscheiben ist zu mindestens 12^m anzunehmen, damit Maschine und Tender zugleich gedreht werden können. Vergl. I. A. b. § 68 der technischen Vereinbarungen auf p. 599 des XII. Capitels. Bei Bahnen im flachen Lande kann auch der Fall eintreten, statt der Drehscheiben vorübergehend, z. B. bei nicht rechtzeitiger Lieferung etc. derselben, Drehcurven, auch Triangel genannt, auf und bezw. ausserhalb des Bahnhofes anlegen zu müssen. Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber I. A. b. § 70: »Der Ersatz von Drehscheiben durch Drehcurven wird nicht befürwortet.«

Drehscheiben, welche zum Drehen der Maschine und des Tenders getrennt benutzt werden, erhalten einen Durchmesser von $5^m,0$ bis $7^m,8$.

Die Locomotivschuppen, für welche möglicherweise später eine Vermehrung der Maschinenstände erforderlich werden könnte, werden zweckmässig nach einer Grundrissform gebaut, welche eine Vergrösserung ohne Veränderung der bestehenden Anlage zulässt, und ebenso einfach eine Verbindung der Maschinenstände mit den anderen Gleisanlagen gestattet.

Die Locomotivschuppen sind, wenn thunlich, ohne Anwendung brennbarer Materialien herzustellen, da bei einem stattfindenden Brande ein rechtzeitiges Herausschaffen der nicht angeheizten Maschinen aus dem Schuppen schwer ausführbar ist; grosse Locomotivschuppen erhalten aus diesem Grunde auch wohl zwei Schiebebühnen oder Drehscheiben. Zweckmässig ist es, für je zwei hintereinander stehende Locomotiven ein besonderes Ausfahrtsthor anzunehmen. Die Entfernung der Gleise in den Locomotivschuppen wird zweckmässig zu $5^m,25$ bis $5^m,5$ von Mitte zu Mitte angenommen, damit zwischen denselben noch ein genügender Raum zum Reinigen, Putzen etc. der Maschinen verbleibt. Unter jedem Maschinenstande zwischen den Schienen sind Reinigungsgruben anzulegen, welche an den Kopfseiten Trittstufen zum Einsteigen und eine Länge erhalten, welche gleich der Länge einer Maschine und des Tenders ist. Der Sohle derselben wird zur Abführung des zum Reinigen der Locomotivkessel erforderlichen Spülwassers ein Gefälle gegeben. (Siehe I. A. b. § 91 der Techn. Vereinb.)

Ausserdem bestimmen die technischen Vereinbarungen des D. E. V. I. A. b. § 90: »Vor den Schuppen für dienstthuende Locomotiven sind gut entwässerte Löschgruben anzulegen.«

Dieselben werden zu dem Zwecke angelegt, um das nach zurückgelegter Fahrt noch im Feuerraum der Maschine befindliche Feuer vor dem Einfahren in den Locomotivschuppen entfernen zu können. Für die Reinigungs-, Lösch- etc. Gruben ist eine massive und feuersichere Herstellung Bedingung; die Anwendung von Holz etc.

ist zu vermeiden; die Schienen sind direct auf Stein- oder Eisenunterlagen zu befestigen; entweder werden diese Gruben aus Mauerwerk hergestellt und dann empfiehlt sich für die innere Ausmauerung derselben die Anwendung gebrannter Steine oder man fertigt dieselben ganz aus Eisen[22]) und mauert die Sohle mit einer Rollschicht gebrannter Steine in Cement- oder Trassmörtel aus. Die Lösch- oder Reinigungsgruben vor dem Locomotivschuppen erhalten eine Länge von $7^m,5$ bis $8^m,5$ und eine Tiefe von $0^m,75$ bis $0^m,85$; dieselben werden so weit, etwa $3^m,0$ von dem Gebäude entfernt gelegt, dass zwischen demselben und einer auf der Löschgrube stehenden Locomotive noch genügender Raum zum Oeffnen des Thores verbleibt. Die Entfernung der Reservemaschinenstationen von einander hängt von dem Charakter der Bahnlinie ab, bei Bahnen mit mittleren Neigungen sind dieselben in Entfernungen von 60 bis 80 Kilometer anzulegen, bei Gebirgsbahnen können dieselben jedoch schon bei 15 bis 25 Kilometer Entfernung nothwendig werden. Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber:

I. C. b. § 197: »**Hülfs- und Reserve-Locomotiven sollen in Entfernungen von in der Regel nicht über 100 Kilometer aufgestellt und in Dampf gehalten werden. Auf den Bahnhöfen, wo solche Locomotiven stehen, sollen sich auch solche Geräthschaften befinden, welche zur Freimachung und Herstellung des Gleises bei vorgekommenen Entgleisungen erforderlich sind. Zu diesem Zwecke empfiehlt sich bei grösseren Bahnen die Aufstellung besonderer, mit allen nöthigen Geräthen ausgestatteter Hülfswagen.**«

Ueber die Construction der Locomotivschuppen selbst und die desfallsigen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. vergl. I. A. b. § 91—96, welche im Capitel XIV mitgetheilt werden.

Bei Gebirgsbahnen wird die Art des Betriebes auf die Stellung und Vertheilung der Locomotivschuppen von Einwirkung sein; dieselben können auf der, auf dem höchstgelegenen Punkt einer Bahnlinie (Scheitelpunkt) liegenden Station oder auf dem am Anfangspunkt einer Steigung befindlichen Bahnhof ihren Platz finden. (Für schwere Züge ist die Anordnung mit 2 Maschinen an der Spitze oder 1 Maschine an der Spitze und 1 am Schluss oder aber 1 an der Spitze und 1 in der Mitte des Zuges für das Befahren starker Steigungen möglich.)[23]) Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierin:

I. C. b. § 193: »**Das Schieben von Zügen, an deren Spitze sich keine führende Locomotive befindet, ist nur gestattet auf Bahnhöfen, bei Arbeitszügen, bei Transporten nach und von benachbarten Gruben und gewerblichen Etablisse-**

---

[22]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1866, p. 232. Eiserne Feuerlöschgrube von H. J. Rouse in London.

[23]) Das Bahn-Polizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 bestimmt hierüber im § 22: »Das Schieben der Züge durch Locomotiven ist, sofern nicht von der Aufsichtsbehörde weitere Einschränkungen bestimmt werden, nur in folgenden Fällen gestattet:

a) bei langsamen Rückwärtsbewegungen des Zuges auf den Bahnhöfen, oder in Nothfällen;

b) bei Arbeitszügen und — unter den von der Aufsichtsbehörde festzustellenden Bedingungen — bei Zügen nach benachbarten Gruben oder sonstigen gewerblichen Etablissements, wenn die Geschwindigkeit 24 Kilometer pro Stunde (400 Meter pro Minute) nicht übersteigt.

Das Nachschieben der Züge mit Locomotiven an der Spitze ist nur zulässig:

beim Ersteigen stark geneigter Bahnstrecken, und bei Ingangbringung der Züge in den Stationen.

ments und in Nothfällen; jedoch darf in allen diesen Fällen die Geschwindigkeit von 25 Kilometer pro Stunde nicht überschritten werden.

Bei Zügen mit Locomotiven an der Spitze ist das Nachschieben (wobei die schiebende Locomotive nicht angekuppelt werden darf) zulässig:

a) beim Ersteigen stark geneigter Bahnstrecken,

b) zum Ingangbringen der Züge in den Bahnhöfen.«

Bei Bahnen mit starken Neigungen wird ausserdem mit dem Locomotivschuppen gewöhnlich ein besonderer Raum zur Aufbewahrung, zum Trocknen etc. des für die Locomotive erforderlichen Sandes, zum Bestreuen der Schienen bei feuchter Witterung verbunden.

Die Wasserstationsanlagen sind vielfach mit dem Locomotivschuppen vereinigt, um die Maschinen vor der Benutzung mit Wasser versorgen zu können; dahingegen werden auf grossen Bahnhöfen, auf welchen die Kosten der Rohrleitungen durch ihre bedeutende Länge sehr erheblich sein würden und auf Bahnhöfen, welche keine Locomotivschuppen haben, auch wohl besondere Wasserstationsgebäude auf jeder Seite der Einfahrts- und Ausfahrtsseite des Bahnhofes zum directen Speisen der Maschinen oder auch zum Wasserabgeben an die zunächst zwischen den Hauptgleisen stehenden Wasserkrahne, errichtet, welche man beliebig und soweit von den Gleisen entfernt stellt, dass die Ausdehnung der Nebengleise und die Aussicht über den Bahnhof vom Perron aus nicht behindert ist.

Das zur Speisung der Locomotiven nothwendige Wasser zu beschaffen ist eines der wichtigsten Erfordernisse für den Eisenbahnbetrieb; dasselbe muss in solcher Menge vorhanden sein, dass niemals eine Störung des Betriebes durch Wassermangel entstehen kann. Der Wasser-Vorrath, beziehungsweise Zufluss muss so bemessen werden, dass ein Wasserkrahn in einer Minute mindestens einen Cubikmeter Wasser dem Tender einer Maschine zuführen kann. Gewöhnlich wird das Wasser aus Brunnen, welche in oder nahe dem Wasserstationsgebäude angelegt werden, entnommen; zeigen dieselben sich nicht ergiebig genug oder ist das Wasser zu stark mit Beimischungen versehen, welche die Bildung des Kesselsteins befördern, so ist es zweckmässig, dasselbe vermittelst Wasserleitung aus nahe gelegenen Wasserläufen etc. herbeizuführen; es empfiehlt sich dann, grosse Reservoire, Sammelbassins anzulegen, in welchen die Sinkstoffe sich absetzen können, um für die Leitungen annähernd reines Wasser zu erhalten. Zuweilen werden auch besondere Anlagen zur Klärung und chemischen Reinigung des Wassers hergestellt — siehe Capitel XV § 2 dieses Bandes. — Die vielen Mittel, welche zur Reinigung des Wassers angewendet werden, erfüllen selten vollständig ihren Zweck; — es ist hauptsächlich auf eine Niederschlagung der Sinkstoffe und des im Wasser enthaltenen kohlensauren Kalkes hinzuwirken.[24]) Bei Anlage der Brunnen ist das zu erhaltende Wasserquantum genau festzustellen und sich zu überzeugen, dass nicht durch verhältnissmässig zu starke Wasserentnahme Versandungen etc. in denselben herbeigeführt werden[25]); dies findet nicht selten bei Brunnenanlagen in Niederungen und solchen Gegenden statt, in welchen das Erdreich der Diluvialformation angehört: in letzterem

---

[24]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1871. Reder, Versuche über den Kalk- und Gypsgehalt der zur Locomotiv-Speisung zu benutzenden Fluss- und Brunnenwasser.

[25]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1865. Mentz, Wasserstationen.
Dieselbe. 1866, p. 320. Ueber Wasserstationen von Koch. Berlin.

Falle kann es zweckmässig sein, statt eines Brunnens deren mehrere in nicht zu grosser Entfernung anzulegen.

I. A. b. § 88: »**Wasserstationen sind in entsprechenden Entfernungen anzulegen, und ist hierbei reichliche und sichere Versorgung der Locomotiven mit gutem Speisewasser vorzusehen.**«

Zur Erfüllung der letzteren Bedingung empfiehlt es sich auf den Bahnhöfen, welche nur mit einer Wasserstation versehen sind, für Ausnahmefälle auf Reservewasser in besonders anzulegenden Cisternen, aus einem zweiten Brunnen oder aus einer Wasserleitung Bedacht zu nehmen.

Wenn das erforderliche Wasserquantum eines grossen Bahnhofes nicht aus Brunnen auf demselben entnommen werden kann, sondern durch grössere Wasserleitungen zugeführt werden muss oder mittelst Dampfmaschinen aus tiefer gelegenen Wasserläufen zu beschaffen ist, so legt man zweckmässig gemauerte Reservoire in ausreichenden Dimensionen und, wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, in einer solchen Höhenlage an, dass nicht nur das für den Maschinenbetrieb erforderliche Wasserquantum, sondern der Gesammtwasserbedarf des Bahnhofes aus demselben gedeckt und überall noch mit dem hinreichenden Druck zur Verwendung gelangen kann (Vortheile zum Reinigen der Locomotivkessel).

Ist das Wasser für eine Station aus der nächsten Umgebung nicht in ausreichender Quantität zu beschaffen oder in zu schlechter Qualität vorhanden, so ist es, insbesondere mit Bezug auf die letztgenannte Eigenschaft, vorzuziehen, dasselbe von anderen Stationen (in hierzu construirten Wasserwagen) herbei zu fahren. Der Nachtheil, welcher den Locomotivkesseln durch die Anwendung schlechten Wassers erwächst, wird leider zu oft unterschätzt.

Meistentheils werden die Reservoire in den Wasserstationsgebäuden, und zwar in deren oberen Räumen, angelegt; zweckmässig ist es, dieselben mit Vorwärmern zu verbinden. In Gegenden, wo es die klimatischen Verhältnisse gestatten, werden die Reservoire auch wohl auf die Dächer der Gebäude gestellt.[26])

Die Form der Reservoire, welche rechteckig, kreisrund, oval etc. sein kann, wird sich vorwiegend nach der Grundform des Wasserstationsgebäudes zu richten haben. In neuerer Zeit giebt man bei Anlage gewöhnlicher Wasserstationen den kreisrunden und ovalen aus Eisenblech construirten Reservoiren, deren Durchmesser und Höhe je nach Bedarf zu $2^m,0$ bis $3^m,0$ angenommen wird, den Vorzug.

Die Waserbeförderung für die Wasserstation zum Speisen der Locomotiven etc. kann auf verschiedene Weise stattfinden[27]):

1. Durch das natürliche Wassergefälle von benachbarten Höhen, hauptsächlich vorkommend in Gebirgsgegenden.
2. Durch Handpumpen aus Brunnenanlagen etc., jedoch meistentheils nur ausreichend auf kleinen Stationen mit geringem Wasserbedarf.
3. Durch Windmühlen, anwendbar in ebenen Gegenden.[28])
4. Durch Dampfmaschinen, und zwar entweder durch vorhandene Maschinen, welche etwa für Werkstättenbetrieb etc. angelegt sind, oder durch be-

---

[26]) Vielfach auf den englischen Bahnhöfen ausgeführt.

[27]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1864, p. 49. — Ueber die Wasserförderung zum Speisen der Locomotiven auf den hannoverschen Eisenbahnen von Funk.

[28]) Centralblatt für Eisenbahnen und Dampfschifffahrt. Wien 1870, p. 840. Wasserbeschaffung der höchst gelegenen Station der Union-Pacific-Eisenbahn Sherman, 8220 Fuss über dem Meeresspiegel.

sonders für diesen Zweck errichtete Maschinen, sowie kleiner Gasmaschinen.

5. Durch Herbeifahren von entlegeneren Stationen in hierzu besonders construirten Wasserwagen.

In und bei grossen Städten können auch die daselbst vorhandenen Wasserwerke das erforderliche Wasserquantum liefern.

Nach Goschler ist der wirkliche Wasserverbrauch der Locomotiven

für Schnellzugmaschinen 3300—4000 Kilogramm pro Stunde oder 58—66 Kilogramm pro Kilometer,

für Maschinen für gemischte Züge 3000—3600 Kilogramm pro Stunde oder 75—90 Kilogramm pro Kilometer,

für Güterzugmaschinen 2700—3600 Kilogramm pro Stunde oder 108—144 Kilogramm pro Kilometer.

Die Stellung der Wasserkrahne auf den Bahnhöfen ist so anzuordnen, dass die Maschinen der durchgehenden Züge, vor diesen in einem der Hauptfahrgleise haltend, Wasser einnehmen können, ohne besondere Gleise durchfahren zu müssen: die Krahne werden deshalb zweckmässig zu beiden Seiten des Perrons zwischen die beiden Hauptgleise und so weit von einander entfernt gestellt, dass, während der Zug vor dem Perron hält, die Maschine Wasser einnehmen kann. Die Maschinen der Güterzüge, welche meistentheils einen längeren Aufenthalt auf den Bahnhöfen haben, werden entweder direct aus dem Wasserstationsgebäude oder durch besondere, in der Nähe der letzteren errichtete Wasserkrahne gespeist.

Die Wasserkrahne sind in den verschiedenartigsten Constructionen ausgeführt; ausser den gewöhnlichen zur Anwendung kommenden, welche nur zur Uebergabe des Wassers aus den Reservoiren in den Tender der Maschine bestimmt sind, hat man auch solche, welche zugleich Reservoire[29]) enthalten, sowie Apparate, welche den Dampfdruck der Maschine zum Ueberführen des Wassers aus den Reservoiren nach den Tendern benutzen, und wiederum Vorrichtungen, welche eine Füllung des Tenders während der Fahrt gestatten.[30])

Die Wasserkrahne, welche den Dampfdruck zum Füllen der Tender benutzen, sind verschiedenartig construirt, entweder man führt das Wasser aus den Reservoiren mittelst des Dampfes nach dem Princip des Injectors[31]) durch die Rohrleitung oder man lässt den Dampf mittelbar auf die Wasserfläche des Reservoirs drücken und leitet auf diese Weise das Wasser durch die im Reservoir mündende Röhre des Wasserkrahnes ab.

Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber I. A. b. § 88. »**Freistehende Wasserkrahne verdienen den Vorzug vor Krahnauslegern, welche über mehrere Gleise reichen.**

Die Wasserleitungsröhren von den Wasserbehältern zum Wasserkrahn sollen mindestens 150^{mm} lichten Durchmesser haben.

Die Ausgüsse der Wasserkrahne müssen mindestens 2^{m},850 über der Oberkante der Schienen liegen.

---

29) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1865, p. 25. Reservoirkrähne von Neustadt und Bonnefond.

30) Lange, zwischen den Schienen liegende Reservoire. Vergl. Organ 1877, p. 204.

31) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1867, p. 256. Giffard's Injector zur Speisung von Wasserkrähnen. Desgleichen Engineering 1869, p. 116.

Aus den Ausgussröhren resp. den freistehenden Krahnsäulen soll das Wasser vollständig abgelassen werden können.«

Eine Tenderfüllung Wasser wird rot. zu 5,0cbm, für die stärkeren Maschinen der Neuzeit jedoch bis zu 10,0cbm angenommen.

Wasserstationen werden auf Bahnlinien, deren Maximalsteigung 1 : 200 beträgt, in Entfernungen von 20 bis 30 Kilometer angelegt[32]; für den Bedarf der Personenzüge allein würden 45 bis 50 Kilometer Entfernung genügen. Bei Bahnen mit sehr starken Steigungen, z. B. 1 : 40, sind diese Anlagen schon in 7 bis 12 Kilometer Entfernung vorzusehen.

Vor dem Wasserkrahn und von diesem bis höchstens 6m, eine Tenderlänge, entfernt legt man vielfach in den Hauptgleisen massiv gemauerte Senkgruben an, um die Roste der Maschine reinigen zu können; in neuerer Zeit werden diese Gruben jedoch nicht mehr überall für erforderlich erachtet.

I. A. b. § 89 der technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber:

»Die Gruben zum Reinigen der Roste sind in den Hauptgleisen so anzulegen, dass diese Arbeit erfolgen kann, während die Locomotive Wasser und Brennmaterial einnimmt.

Offene Reinigungsgruben an den Stellen, wo das Publicum die Gleise überschreiten muss, sind unzulässig.«

Specielle Beschreibungen der Pumpapparate und Wasserkrahne, sowie die Construction der Wasserleitungen und Reservoire werden im XV. Capitel gegeben und am Schlusse desselben auch die vollständige Literatur der Wasserstationen mitgetheilt.

Die Wagenschuppen, welche zur Aufnahme der in Reserve befindlichen Personenwagen dienen, sind nur auf bestimmten in grösseren Entfernungen gelegenen und mit regem Personenverkehr versehenen Stationen erforderlich. In neuerer Zeit werden die Wagenschuppen seltener angelegt, als dies früher der Fall war, denn durch den fast durchweg stärker gewordenen Verkehr findet jetzt ein stärkeres Rolliren der Transportgeräthe statt und ausserdem übersteigt die Zahl der vorhandenen Wagen selten das nothwendige Bedürfniss. Vielfach werden deshalb jetzt statt der geschlossenen Schuppen nur nach den Seiten offene Gleisüberdachungen, zur vorübergehenden Unterstellung der Wagen, hergestellt.

Die Schuppen erhalten zumeist eine rechteckige Grundrissform und sind so zu stellen, dass einzelne Wagen so rasch als möglich, ohne die übrigen Gleise durchfahren zu müssen, jedem Zuge zugetheilt werden können.

Ueber die Anlage der Wagenschuppen enthalten die technischen Vereinsbestimmungen unter I. A. b. § 97: **Die Schuppen für Personenwagen sollen so eingerichtet und in ihrer Lage so angeordnet sein, dass das Ordnen und Vervollständigen eines Zuges mit den in denselben aufgestellten Wagen leicht und schnell und ohne dass die Wagen durch mehrere Weichen hin- und hergeschoben werden, erfolgen kann. In den Schuppen, wo die Wagen gereinigt werden, sind Wasserleitungen und Heizvorrichtungen zu empfehlen.«**

I. A. b. § 98: **»Die Entfernung der Gleise in den Schuppen soll nicht unter 4m,400 betragen.«**

---

[32] Allgemeine Bauzeitung. Wien. Jahrgang 1864, p. 85. Reservoirs- und Wasservertheilungsapparate von den Ingenieuren Neustadt und Bonnefond in Paris.

»Schuppen, die nur zur Aufstellung von Wagen dienen, die längere Zeit ausser Verwendung kommen, können von diesen Bestimmungen abweichend construirt werden.«

Zur Beförderung der Wagen aus den Schuppen in die Hauptgleise wird entweder eine Schiebebühne mit versenktem Gleis vor den Schuppen gelegt, welche durch ein Verbindungsgleis direct mit den Hauptgleisen zusammenhängt, oder es verbindet eine Schiebebühne im Niveau die Wagenschuppengleise direct mit den Hauptgleisen. Letztere Anordnung ist besonders für Personenbahnhöfe zu einer raschen Completirung eines Personenzuges als zweckmässig zu empfehlen.

Die Länge der Schiebebühnen mit versenktem Gleis wird hierbei gewöhnlich zu $8^{m},5$ angenommen.

Wagenschuppen, deren Tiefe für mehr als zwei hintereinanderstehende Wagen bemessen ist, sind auf beiden Seiten mit den Anlagen zur Verbindung der Wagenschuppen und der äusseren Bahnhofsgleise zu versehen. In grösseren Wagenschuppen legt man auch wohl zwischen die Schienen Reinigungsgruben, doch werden diese dann gewöhnlich nicht für jeden Wagenstand, sondern abwechselnd nur für einzelne derselben angelegt; zweckmässig sind dieselben in solchen Schuppen, in welchen auch zugleich die Revision der Wagen stattfindet, anzubringen.

Bei den Hochbauten, im nächsten Capitel, wird diese Gattung von Gebäuden ausführlicher besprochen.

Die Cokesschuppen sind in vielen Fällen nur eine längs oder zwischen den Gleisen erhöht gelegene überdachte Bühne (Cokesbühne), deren Bodenhöhe entsprechend der Höhe des Tenders mindestens rot. $2^{m},5$ über der Schienenoberkante liegt, die Cokes werden in denselben, zur Vermeidung des Verlustes durch Abfall, sowie auch zum rascheren Füllen des Tenders, meistentheils in Körben aufbewahrt. Die Stellung dieser Schuppen auf den Bahnhöfen ist zweckmässig so zu wählen, dass die Maschinen bei dem Verlassen der Locomotivschuppen im Vorüberfahren den nöthigen Bedarf an Brennmaterial einnehmen können; zugleich empfiehlt es sich auch, einen Wasserkrahn neben und an der dem Schuppen gegenüberliegenden Seite des Schuppengleises aufzustellen, damit die Einnahme von Wasser und Brennmaterial zu gleicher Zeit stattfinden kann. Da in neuerer Zeit vorwiegend Kohlen zum Feuern verwandt werden und die vielfach angestellten Versuche[33]) günstige Resultate, bezüglich der Nichtabnahme an Heizkraft durch die Einwirkung der Witterung bei längerem offenen Lagern derselben, ergeben haben, so werden jetzt die Lagerplätze oder Ladebühnen hierfür seltener überdacht. Schuppen, Bansen, Bühnen für Cokes, Kohlen, Torf, sowie Lagerplätze für Holz zum Anfeueren etc.

Eine Personenzugmaschine erforderte auf den englischen Bahnen im Jahre 1866 durchschnittlich 30 Pfd. pro englische Meile (10 Kilogramm pro Kilometer) und eine Güterzugmaschine rot. 45 Pfd. (15 Kilogramm pro Kilometer) Kohlen oder Cokes. Der Bruttoverbrauch an Kohlen etc. betrug im Jahre 1868 auf den preussischen Bahnen durchschnittlich 2 Ctr. pro Meile (13 Kilogramm pro Kilometer) und Zug.

Die Cokes-, Kohlen- etc. Schuppen sind bei Bahnlinien, deren Maximalsteigung 1 : 200 nicht überschreitet, in 60 bis 90 Kilometer Entfernung anzulegen.

Die grösseren Reparaturwerkstättenanlagen einer Bahnlinie werden gewöhnlich mit Haupt-, Anfangs- oder Endstationen verbunden oder auch mit solchen Stationen, welche an einem Vereinigungspunkte mehrerer Bahnlinien liegen. Die

[33]) Vergl. Handbuch der spec. Eisenb.-Technik. IV. Band, Cap. XIII, § 4, p. 367.

Werkstätten sind abgesondert von dem Bahnhofe der Art zu legen, dass eine Erweiterung derselben leicht ausführbar ist, auch ist bei der Wahl des Ortes auf die Unterbringung der Arbeiter Rücksicht zu nehmen. Die Grösse und die Einrichtung der Werkstätten ist von der Länge der Bahnlinie, also von der Grösse des Betriebsmateriales und von dem Umfange der Reparaturarbeiten abhängig; d. h. ob sämmtliche auf der Bahn vorkommende Reparaturen dort vorgenommen werden sollen, oder nur ein Theil derselben. Grössere und ausgedehnte derartige Anlagen verbinden mit den Reparaturen auch zugleich den Neubau von Maschinen, Wagen etc. Eine solche Ausdehnung empfiehlt sich meistentheils für die Centralwerkstätten grosser Bahnverwaltungen, damit bei mangelnden Reparaturen nicht etwa eine Unterbrechung in der Beschäftigung der Arbeiter eintreten kann. Die ausserdem auf kleineren Stationen erforderlichen Reparaturwerkstätten werden mit den Locomotivschuppen verbunden und bestehen gewöhnlich aus einer kleinen Schmiede- und Schlosserwerkstatt.

(Mit den Reparaturwerkstätten sind noch Magazinräume zum Lagern der Werkzeuge, der verschiedenen Geräthe, der zu den Reparaturen erforderlichen, vorräthig gefertigten Theile etc. zu verbinden; in denselben sind Aufzugsvorrichtungen, Decimalwaagen u. s. w. zweckmässig anzuordnen.)

Die Grundzüge der technischen Vereinbarungen enthalten hierüber Folgendes:

I. A. b. § 100. »**Die Anlage von Central- und Hauptwerkstätten ist der von mehreren kleineren Werkstätten vorzuziehen; dieselben sind an Hauptknotenpunkten des Verkehrs von solchem Umfange einzurichten und mit solchen Werkzeugen auszustatten, dass die Reparaturen an den Fahrbetriebsmitteln stets vollständig und schnell ausgeführt werden können.**

Bei neuen Anlagen ist eine spätere Ausdehnung der Werkstätten vorzusehen.«

I. A. b. § 101. »**Es ist zweckmässig, die Grösse sämmtlicher bedeckter Arbeitsräume für einen Reparaturstand von 25% der Locomotiven, 8% der Personenwagen und 3% der Güterwagen einzurichten.**

Ausserdem sollen noch 5% der sämmtlichen Wagen auf den Gleisen innerhalb der Werkstätten-Einfriedigungen aufgestellt werden können.«

Zu einer vollständig ausgerüsteten Bahnlinie sind folgende Betriebsmaterialien in ganzen Zahlen ausgedrückt pro Meile Bahnlänge zu rechnen:[34]

Zwei Locomotiven, ausschliesslich der auf den Bahnhöfen zum Rangiren etc. erforderlichen Maschinen. Bei sehr frequenten Bahnen können sogar drei Maschinen erforderlich werden.

Vier Personenwagen.

Ein Gepäckwagen einschliesslich der Postwagen.

Fünfzig Güterwagen, sowohl bedeckte wie unbedeckte.

Zwei Arbeitswagen.

Die Zahl der Güterwagen der verschiedenen Bahnen ist variabel, während die Zahl der anderen Betriebsmaterialien pro Meile Bahnlänge ziemlich übereinstimmend ist.[35]

Vorstehende Angaben sind nach pro Meile Bahnlänge angegeben, weil die Angaben pro Kilometer Bruchtheile ergeben würden. Drehscheiben sind auf allen Stationen erforderlich, auf welchen ein Maschinenwechsel stattfindet und Reservemaschinen vorhanden sind.

Die Reparaturräume für Locomotiven und Wagen werden zweckmässig übereinstimmend in der Weise angeordnet, dass in der Mitte und der Längsrichtung des Gebäudes eine Schiebebühne mit versenktem Gleise angelegt wird, an welche sich

---

[34] Statistik der preussischen Eisenbahnen. Berlin.

[35] Deutsche Eisenbahn-Statistik. Berlin.

winkelrecht zu derselben auf beiden Seiten die Stände für Locomotiven und Wagen anschliessen. Sämmtliche Reparaturwerkstatträume, welche ausser wenigen, wie Tischlerei, Sattlerei etc., zweckmässig in die unteren Räume der Gebäude gelegt werden, sind untereinander und durch ein Gleisnetz mit den ausserhalb liegenden Gleisen in Verbindung zu bringen, wobei Drehscheiben, Schiebebühnen etc. an den Durschneidungspunkten der Gleise vortheilhaft verwandt werden können; die Länge der Schiebebühnen und der Durchmesser der Drehscheiben, welche in den Locomotiv-Reparaturwerkstatträumen zur Verwendung kommen, werden meistentheils nach der Länge der Maschinen ohne Tender bemessen und dann gewöhnlich zu $6^m,0$ bis $7^m,0$ angenommen; ausserdem sind noch besondere Gleise in die Hofräume zur Aufstellung grösserer Reservestücke, der Räder mit Achsen, fertiger Theile etc. zu legen[36]. Ein Raum zur Aufbewahrung der Spritzen und zugehörigen Feuerlöschgeräthen ist leicht zugänglich herzurichten.

I. A. b. § 86. »**Jeder Bahnhof ist mit den der Oertlichkeit entsprechenden Löschgeräthen zu versehen und sind diese an einem bestimmten sicheren Platze aufzubewahren. Vorhandene Wasserleitungen sind mit Schlauchschrauben zu versehen.**«

Der Gesammtwerkstattbahnhof ist einzufriedigen.

Specielles über Werkstattanlagen noch mitzutheilen würde hier zu weit führen, und dürfte im folgenden Capitel ausreichend Erwähnung finden.

Literatur.

Goschler, Ch., Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Tome II. Paris 1865.

§ 5. Das Erforderniss an Beamten-Dienstwohnungen richtet sich vorwiegend nach der grösseren oder geringeren Dichtigkeit der Bevölkerung der Gegend, welche durch die Bahnlinie durchschnitten wird, und werden auch hiernach die Principien, nach welchen bei Anlage derselben zu verfahren ist, verschiedenartig aufzustellen sein.

Die Bahnen in schwach bevölkerten Gegenden können Wohnungen nicht nur für die niederen, sondern auch für die oberen Bahnbeamten erforderlich machen; die Bahnverwaltungen in Deutschland haben grösstentheils mit wenigen Ausnahmen nur Wohnungen für die ersterwähnte Classe der Beamten, welche zur Wahrnehmung des äusseren Dienstes fast ständig in Thätigkeit sind, herzustellen nöthig gehabt, und zwar für die Bahnwärter, Weichensteller, Bahnmeister etc. Dienstwohnungen für die oberen Beamten zu errichten wird in seltenen Fällen ein Bedürfniss, jedoch bei dem öfteren Wechsel in der Person des Beamten, oft zweckmässig sein; wo dieselben besonders gebaut werden müssen, kann man wohl aussergewöhnliche dienstliche oder locale Verhältnisse als Grund annehmen.

Die Forderungen, welche bei Anlage derartiger Wohnungen zu erfüllen sind, dürften wegen ihrer Verschiedenartigkeit in jedem speciellen Falle und wegen ihrer Uebereinstimmung mit bürgerlichen Wohnungen nicht weiter zu erörtern sein.

---

[36]) Organ etc. V. Band (1868), p. 19. Mobile Drehscheibe für Räderpaare von A. Lindner.

Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover vom Baurath A. v. Kaven (Bahnhöfe bis Trajectanstalten). Hannover 1864.

Die Schule des Eisenbahnwesens von M. M. Freiherrn v. Weber, Ingenieur, K. S. Finanzrath und Eisenbahn-Director. 2. Aufl. Leipzig. 1862. 3. Aufl. von Dr. Ed. Schmitt 1873.

Die Wohnungen für Bahnmeister, Bahnwärter etc. werden billiger hergestellt, wenn man die Wohnungen zweier mit ihren Aufsichtsstrecken aneinander grenzender Bahnmeister, Bahnwärter etc. in einem Gebäude mit besonderen Eingängen vereinigt, sogenannte Doppelhäuser baut; wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, so ist diesen Gebäuden etwas Acker- oder Gartenland beizugeben.

Dem Bahnmeister ist eine Strecke von 10 bis höchstens 15 Kilometer zuzuweisen; die Länge einer Bahnwärterstrecke richtet sich nach den Terrainverhältnissen, sollte aber nicht über 1250—1500^{m} angenommen werden.

In neuerer Zeit ist auch auf deutschen Bahnen die zum Theil auf den französischen, italienischen und österreichischen Bahnen übliche Einrichtung, bei welcher die Bahnbewachung von der Bahnunterhaltung getrennt ist und die Aufsicht über die Barrièren der Niveau-Uebergänge etc. von Frauen versehen wird, eingeführt beziehungsweise die vorhandene Einrichtung für zweckmässig befunden worden.

Die für die Bahnbeamten besonders zu errichtenden Wohngebäude nebst den zugehörigen Wirthschaftsräumen sind den Gleisen, sowie den Betriebsanlagen überhaupt, nicht zu nahe zu legen und in Verbindung mit Bahnhöfen, seitwärts auf eingezäunten Plätzen zu erbauen, damit jede Gemeinschaft mit dem Bahnverkehr ausgeschlossen wird; desgleichen empfiehlt es sich, in die Empfangsgebäude nur die unumgänglich nothwendigen Beamtenwohnungen zu legen. Hierhin sind zu rechnen die Wohnungen für den Bahnhofsvorstand und den Portier.

Auf den Stationen, auf welchen die Züge des Nachts bleiben, also ein Uebernachten des Zugpersonals stattzufinden hat, werden zur Unterbringung des Letzteren, sofern nicht grössere, zur Aufnahme geeignete Ortschaften in der nächsten Nähe liegen, besondere Locale nothwendig; die hierfür zu errichtenden Gebäude bestehen aus einzelnen Zimmern, welche zur Aufnahme von 3—4 Personen bestimmt sind und besondere Eingänge vom Flur haben, ausserdem mit gemeinschaftlicher Küche, Waschräumen etc. zu versehen sind.

§ 6. Vorarbeiten für die Bearbeitung der Bahnhofsprojecte etc. — Haben die Ermittelungen über die Verkehrsbedürfnisse einer Gegend oder die Betriebsanforderungen die Lage eines Bahnhofes im Allgemeinen bestimmt, so ist zur Aufstellung und Bearbeitung des Projects zunächst eine specielle Terrainaufnahme in grösserer Ausdehnung, einschliesslich der in der Nähe gelegenen Strassen, Wege aller Art, Wasserläufe, Gebäulichkeiten etc. erforderlich; hiernach sind die vorhandenen Höhenunterschiede einzunivelliren und in den aufgenommenen Situationsplan entweder die einzelnen Höhenzahlen einzuschreiben oder Horizontalen in Höhenabständen von 1 zu 1 Meter und weniger bei ebengestaltetem Terrain oder von 5 zu 5 Meter bei gebirgiger Terraingestaltung einzuzeichnen; überhaupt die Höhendifferenzen je nach den stärker oder schwächer vorkommenden Erhebungen des Terrains zu wählen. In diesen Situationsplan ist die Gesammtbahnhofsfläche mit ihren äussersten Grenzen einschliesslich der Auf- und Abtragsböschungen, allen Nebenanlagen, Correctionen etc. einzutragen, beziehentlich zu projectiren und die Horizontalcurve, welche das Bahnhofsplanum mit dem Terrain bildet, etwas stärker zu markiren.

Die Bodenbeschaffenheit des Untergrundes ist in ausreichender Tiefe durch Schürfungen oder Bohrversuche genau zu ermitteln, die erhaltenen Resultate sind sodann in Verticalprojectionen einzutragen, in welchen ausserdem noch die höchsten Stände des Grund-, beziehentlich Hochwassers, sowie etwa vorhandene Quellen, wasserführende Schichten, überhaupt alle Punkte, welche auf die Construction, Halt-

barkeit etc. der auf dem Bahnhofe zu errichtenden Anlagen von Einfluss sein könnten, enthalten sein müssen.

Nach dem aufgestellten Programm, welches die für den Verkehr und den Betrieb erforderlichen Anlagen in allen Einzelnheiten zu enthalten hat, wird das Bahnhofsproject unter Berücksichtigung der geeignetsten und günstigsten Stellung der Gebäulichkeiten, bezüglich der Fundamentirungen und des Baugrundes, etwa im Maassstab 1 : 1000 oder 1 : 1500 entworfen. Der hierfür angefertigte Plan, welcher als eine Skizze zu betrachten ist, hat alle erforderlichen Anlagen zu enthalten, wobei jedoch die Gebäulichkeiten nur in Umrissen der Grundrissform und die Gleise etc. mit einfachen Linien darzustellen sind. Hiernach ist ein detaillirter Plan etwa im Maassstab von 1 : 500 anzufertigen, in welchem die Gebäulichkeiten aller Art mit speciellem Grundriss des Parterregeschosses, die Gleise mit doppelten oder einfachen stark markirten Linien, die Weichen mit ihren Neigungen, Winkeln, Radien etc., die Wasserleitungen nebst Wasserkrahnen, die Löschgruben, die Drehscheiben, Schiebebühnen, Rampen, Centesimalwaagen, Krahne etc., die Perrons, die Entwässerungscanäle und ihre Abzweigungen, die Wege und Correctionen derselben, die Vor-, Lager- u. s. w. Plätze, etwaige Gartenanlagen, Brunnen etc., Einfriedigungen etc., Distanzpfähle, die optischen Signalmaste, sowie die Auf- und Abtragsböschungen etc. genau und zur besseren und leichteren Uebersichtlichkeit der Anordnung in verschiedenen Farben einzutragen sind. Man wählt hierfür gewöhnlich folgende Darstellungsweise:

Die Gesammtbahnhofsfläche matt röthlichgelb; die Strassen, Wege, Perrons, Lagerplätze, Hof der Wirthschaftsanlagen etc. je nach der Art deren Herstellung, ob dieselben gepflastert, chaussirt oder bekiesst sind, entweder durch Neutraltinte oder eine gelbe (geb. Ocker) Farbe; die Umfassungsmauern der Gebäude mit schwarzer Tusche und die inneren Räume derselben mattkarminroth; die Wasserleitungen mit blau punktirten, die Canäle, Entwässerungen in schwachroth punktirten Linien; die Gleise in dunkelblauen oder auch wohl in zinnoberrothen Linien, die Drehscheiben in mattgelben und etwaige Anlagen, wie Rasenplätze, Buschwerke etc., ferner die Auf- und Abtragsböschungen mit mattgrüner Farbe.

Die durchgehenden oder Hauptgleise sind unterschiedlich von den übrigen Gleisen in stärkeren Linien darzustellen. Die Bezeichnung der verschiedenen Gebäulichkeiten und Anlagen ist in deren Horizontalprojection einzuschreiben und sämmtliche Weichen sind in fortlaufenden Zahlen zu nummeriren. Bei sehr ausgedehnten Bahnhofsanlagen unterscheidet man wohl auch durch Farben die Gruppe der Güter- und Rangirgleise, sowie auch der Personen- und Betriebs- beziehungsweise Werkstättengleise.

Die unter der Planumsfläche liegenden Anlagen, Canäle, Röhrenleitungen, Zugänge, Wege, Durchlässe etc. sind in punktirten Linien darzustellen.

Die Bahnachse sowohl wie auch die Zahlen für die Stationirung — Längenmessung — sind mit zinnoberrother Farbe auszudrücken.

Auf jedem Situationsplane sind ausserdem die Gefällwechsel des Bahnplanums, die Längen der Horizontalen, sowie der geraden und gekrümmten Theile des Bahnhofes, ferner die Längen und Neigungsverhältnisse der Zufuhrwege, der Lagerplätze etc. einzuschreiben und die Nordlinie einzuzeichnen. Die letzterwähnte Einzeichnung ist nebenbei auch für die Beschreibung der Anlagen des Bahnhofes zweckmässig.

Die Gleiskreuzungen, Weichen etc. sind in grösserem Maassstabe, etwa 1 : 25

der wahren Grösse mit Einschreibung der Radien, der Winkel, der Neigungsverhältnisse der Herzstücke, der Zungen- und Zwischenschienenlängen, sowie aller zur Construction und Legung derselben erforderlichen Maasse auf besonderen Plänen darzustellen.

Die Profile der Schienen und die Verbindungen derselben in ihren einzelnen Theilen, als Laschen, Unterlagsplatten, Bolzen, Nägel etc. sind in natürlicher Grösse mit Einschreibung aller Dimensionen zu zeichnen.

§ 7. Aufstellung der Kostenanschläge etc. — Die Beschaffung des Grund und Bodens, die Herstellung des Bahnhofsplanums und der zu demselben führenden Weganlagen, die Entwässerung des Untergrundes, sowie besondere Befestigungen der Auf- und Abtragsböschungen des Bahnhofes werden gewöhnlich bei der Veranschlagung des Grunderwerbs, der Erdarbeiten, der Befestigungen, der Entwässerungen (Durchlässe etc.) der Gesammtbahnlinie mit in Rechnung gebracht.

Für die eigentliche Bahnhofsanlage sind zunächst zu veranschlagen:

1. Die Regulirung des Bahnhofsplanums, dessen Entwässerung, Einfriedigung etc.

Die Herstellung

2. des Empfangsgebäudes mit den Expeditionsräumen, des Perrons und dessen Ueberdeckung, beziehentlich überdeckter Hallen.
3. des Locomotivschuppens nebst Wasserstationsanlagen, der Brunnen, Wasserleitungen, Wasserkrahne, Cokesschuppen, Feuerlösch- und Reinigungsgruben etc.
4. des Güterschuppens und der Lade-, beziehentlich Umladerampe, der Brückenwaage, nebst Häuschen etc.
5. des Wagenchuppens.
6. der Wirthschaftsgebäude, der Abtritte, Stallungen etc.
7. der Drehscheiben, Schiebebühnen mit und ohne versenkte Gleise etc.
8. der Pflasterung und Chaussirung des Bahnhofsplanums, der Lagerplätze etc.
9. der Bewehrungen, Pflanzungen etc.
10. der Werkstattanlagen.

Der Oberbau ist einschliesslich der Beschaffung und Legung der Materialien etwa wie folgt in Anschlag zu bringen:

1. Beschaffung und Einbringung des Bettungsmaterials nebst Herstellung der zur Trockenlegung derselben erforderlichen Sickercanäle etc.
2. Legung des Oberbaues nebst allen dazu gehörigen Arbeiten.
3. Beschaffung, Transport und Zubereitung (Imprägniren, Abhobeln etc.) der Schwellen.
4. Beschaffung und Transport der Schienen.
5. Beschaffung und Transport der Nägel, Schrauben, Unterlagsplatten, Laschen etc.
6. Beschaffung und Transport der Weichen, einschliesslich aller zugehörigen Theile (mit Ausnahme des schon berechneten Oberbaues) etc.
7. Unterhaltung des Oberbaues für eine bestimmte Zeitdauer.

Für die Signale dürfte sich folgende Veranschlagungsweise empfehlen:

1. Elektrische Telegraphen mit Zubehör (einschliesslich der Läutewerke).
2. Optische Telegraphen, z. B. Perron-, Bahnhofs-, Abschluss- etc. Telegraphen, Centralsignal-Apparat etc.
3. Dazu gehörige Wärterbuden, Wärterhäuschen, Weichenstellerbuden etc.

4. Abtheilungszeichen, Nummersteine, Gradientenzeiger, Distanzpfähle etc. soweit dieselben auf dem Bahnhofsplateau zur Aufstellung gelangen.[37])

Die einzelnen Positionen der angeführten Veranschlagungsweise sind je nach der Specificirung der Anschläge in verschiedene Unterabtheilungen zu theilen.

Die in die Anschläge einzusetzenden Preise sind in den verschiedenen Gegenden auch wesentlich verschieden; die Mehrzahl derselben, z. B. Arbeitslöhne, Transporte etc., wird sich nach den Lohnsätzen der betreffenden Gegend berechnen, während einzelne Materialien, beziehentlich Fabrikate, z. B. die aus Eisen herzustellenden Gegenstände, fast überall, wenigstens annähernd, zu gleichen Preisen veranschlagt werden können.

§ 8. Anordnung der kleineren Stationen (Zwischenstationen und Haltestellen). — Die Anordnung derselben wird durch das Verkehrsbedürfniss der von der Bahnlinie durchschnittenen Gegend und durch die Betriebserfordernisse bestimmt; in den meisten Fällen lassen sich beide vereinigen, so dass besondere Stationen für das eine oder das andere nicht anzulegen sind; jedoch sind für Bahnlinien in uncultivirten und in Gebirgsgegenden nicht selten besondere Anlagen für die Betriebserfordernisse nothwendig.

Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber:

I. A. b. § 55. »Von den Zwischen-Bahnhöfen sollen die folgenden vier Bedingungen erfüllt werden:

a. dass Züge dieselben, ohne anzuhalten, mit Sicherheit durchfahren können;
b. dass Züge nie unnöthig Ausweichcurven befahren;
c. dass Züge, welche sich begegnen, einander sicher ausweichen können;
d. dass Züge möglichst wenige Weichen gegen die Spitze befahren.«[38])

Obgleich die vorangeführten Bedingungen nur bei doppelgleisigen Bahnen vollständig erfüllt werden können, so wird doch auch bei eingleisigen Bahnen eine grössere Sicherheit für den Betrieb erreicht, sobald die Anordnung getroffen wird, dass beim Kreuzen nur die Züge der einen Richtung die Ausweichungen und die

---

[37]) Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preisermittelungen zur Feststellung der Baukosten von F. Plessner. 2. Aufl. Berlin 1866.

[38]) Bezüglich des letzten Theiles des § 55 sei hier noch der auf der Conferenz der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zu München im Jahre 1868 beantworteten Frage Erwähnung gethan.

Ist es empfehlenswerth, auf den Zwischenbahnhöfen der vorläufig nur mit einem Gleis herzustellenden Bahnen die Gleise sofort ganz, wie für zweigleisige Bahnen einzurichten und, zur Vermeidung des Fahrens gegen die Spitze, die Züge einer Richtung von dem geraden durchgehenden Hauptgleis auf das abzweigende Nebengleis übergehen zu lassen?

Beschluss. In diesem Sinne und unter diesen Voraussetzungen werden auch die Beantwortungen der Fragen aufzufassen sein, nach welchen die grössere Zahl der Eisenbahnverwaltungen empfehlen, auf den Zwischenbahnhöfen der vorläufig nur mit einem Gleis herzustellenden Bahnen die Gleise sofort wie für zweigleisige Bahnen einzurichten. Ausserdem entscheidet sich die Mehrzahl der sich über den zweiten Theil der Frage überhaupt bestimmt ausdrückenden Eisenbahnverwaltungen dafür, dass die Züge der einen Richtung regelmässig auf das zweite Hauptgleis übergehen sollen und dass die Gleisanlagen so einzurichten seien, dass ein Passiren der Züge möglich wird, ohne dass ein Rückstossen des einen Zuges in das durchlaufende Hauptgleis nöthig ist, wobei dann allerdings ein Fahren gegen wenigstens eine Weichenspitze für die Züge jeder Richtung nicht umgangen werden kann. Bei der späteren Ausführung des zweiten Gleises wird auch nur eine Weichenverlegung vorzunehmen sein.

Züge der anderen stets den geraden Strang — das schlankgezogene Gleis — durchfahren. Letztere Anordnung ist besonders für die Fahrt derjenigen Züge zu empfehlen, welche die Station, ohne anzuhalten, durchfahren.

I. A. b. § 56. »**Zwischen-Bahnhöfe erhalten ausser den beiden Hauptgleisen mindestens noch ein drittes und den Raum für ein viertes Gleis.**«

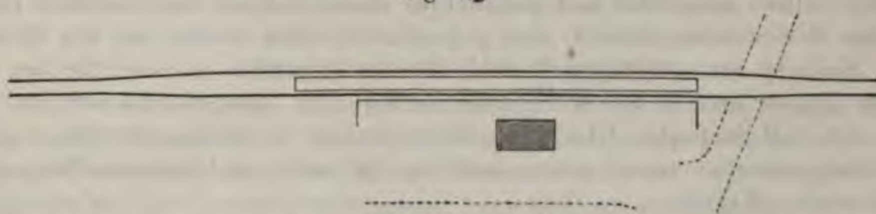
»**Für kleinere Zwischen-Bahnhöfe und Haltestellen können auch beschränktere Anlagen genügen.**«

Haben die Zwischenstationen einen regen Verkehr, so ist auf eine Trennung der Gleise für den Personen- und den Güterverkehr möglichst Bedacht zu nehmen. Das Empfangsgebäude und der Güterschuppen sind auf die Seite der durchgehenden Gleise zu legen, von welcher der denselben zufliessende Hauptlocalverkehr zu erwarten steht, und wird diejenige Anlage die zweckmässigste sein, bei welcher sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr auf einer und derselben Seite liegen; eine Ueberschreitung der Gleise seitens des Stationspersonals etc. wird hierbei vermieden und die Abfertigung der Personen und Güter kann durch weniger Personal, auf kleineren Stationen sogar die Billetausgabe und Güterexpedition durch einen Beamten geschehen.

Der Bahnhofsanlage ist in diesem Falle eine ausreichende Länge zu geben, welche nach der Achszahl der Personen- und Güterzüge zu bemessen ist. Das Empfangsgebäude ist dann zweckmässig nahe einem Ende des Bahnhofes und von demselben so weit entfernt zu legen, dass ein vor dem Perron haltender Personenzug die Bahnhofsgrenze nicht mehr überschreitet.

Die einfachste Anlage eines Haltepunktes für den Personenverkehr ist diejenige, bei welcher nur die beiden durchgehenden Gleise vorhanden und zu deren äusseren entgegengesetzten Seiten Perrons angelegt sind. Hiernach ist die Anlage zu erwähnen, bei welcher die beiden durchgehenden Gleise nicht in der Entfernung der Gleise der freien Bahn auseinander liegen, sondern der Länge der Züge und der für die Stationen vorgeschriebenen Gleisentfernungen entsprechend, von Mitte zu Mitte etwa 6^{m},0 auseinander zu rücken sind, damit der grössere Zischenraum noch die Anlage eines Perrons gestattet. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Ueber die Entfernung der Gleise enthalten die technischen Vereinbarungen folgende Bestimmung:

I. A. b. § 62. »**Als geringste Entfernung der Gleise von Mitte zu Mitte werden auf Bahnhöfen 4^{m},500 als wünschenswerth erkannt.**«

»**Für Hauptgleise, zwischen denen Perrons anzulegen sind, ist eine Entfernung von mindestens 6^{m} von Mitte zu Mitte zu empfehlen. Für kleinere Bahnhöfe und Haltestellen ist hierfür als geringstes Maass 5^{m} zulässig.**«

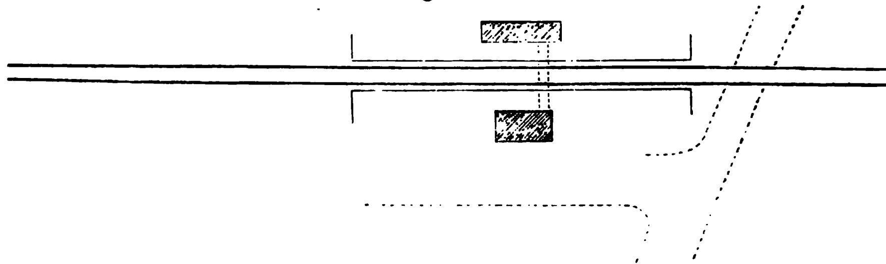
Bei Anlage eines Mittelperrons wird das Ein- und Aussteigen der Passagiere für den Zug der einen Richtung vom Hauptperron und des Zuges der entgegen-

gesetzten Richtung vom Mittelperron aus, stattfinden, also ein Ueberschreiten der Gleise vorkommen. — Diese Anordnung ist bei den Bahnhofsanlagen der deutschen Eisenbahnen vielfach angewandt; wenn ein Ueberschreiten der Gleise auch nicht als zweckmässig angesehen werden kann, so ist es doch nach den Grundzügen der technischen Vereinbarungen statthaft, denn I. A. b. § 57 bestimmt:

»**Die Anlage der Bahnhöfe in der Art, dass Gleise von den Reisenden überschritten werden, ist zulässig, da dieses Ueberschreiten bei haltenden Zügen ohne Gefahr ist.**«

Eine andere Anordnung ist diejenige, bei welcher die beiden durchgehenden Gleise ohne besondere Gleiserweiterung nur in der für die Bahnhöfe vorgeschriebenen geringsten Gleisentfernung voneinander liegen und auf der entgegengesetzten Seite des zweiten Gleises ein Perron, nicht selten in Verbindung mit einer Halle zum Ein- und Aussteigen event. blos zum Aussteigen angelegt wird. (Eine auf den französischen Bahnen gebräuchliche Anordnung.) (Siehe Fig. 2.)

Fig. 2.

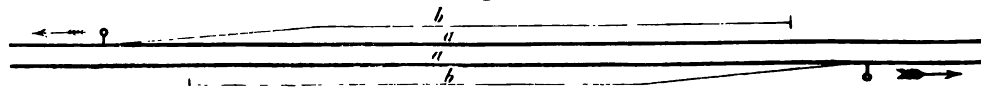


Das Stationsgebäude ist bei beiden Anlagen nahe dem Zufuhrwege zu legen.

Eine dritte Anordnung wird dadurch herbeigeführt, dass eine Verbindung zwischen dem Stationsgebäude und dem Perron der entgegengesetzten Gleisseite mittelst einer Ueberbrückung oder Unterführung hergestellt wird. Hierbei ist eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau vollständig vermieden und auf der dem Stationsgebäude gegenüberliegenden Seite gewöhnlich für die Reisenden eine besondere Einsteigehalle auf dem Perron angelegt; auf den englischen Bahnen ist diese Anordnung vielfach ausgeführt und gestattet die mannigfachsten Combinationen zwischen der Lage des Stationsgebäudes, dem gegenüberliegenden Perron und den Gleisen.

Einfache Stationsanlagen sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr können auch in der Weise hergestellt werden, dass zu jeder Seite der Hauptgleise ein todt laufendes Gleisstück zur Aufnahme zu überholender Züge oder zur Aufstellung einzelner leerer, sowie auch zu ent- oder zu beladender Wagen abgezweigt wird. (Fig. 3.)

Fig. 3.



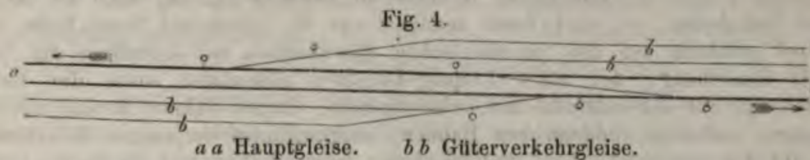
a, *a* Hauptgleise, *b*, *b* abzweigende Ausweiche- oder Ueberholungsgleise.

Derartige Ausweiche- oder Ueberholungsstationen sind bei vorgeschriebener Dauer der Zugintervallen auf längeren und anhaltend stark geneigten Bahnstrecken, ohne besondere Einlegung einer Horizontalen zweckmässig anzulegen; nur die abgezweigten Gleisstücke sind alsdann horizontal zu legen.

Die durchgehenden Züge fahren hierbei nicht gegen die Weichenspitze, und das Zurückdrücken der zu überholenden Züge gegen die Weichenspitze in der Ansteigung sowohl als in der Neigung kann als gefahrbringend nicht angesehen werden.

Für den Güterverkehr ist auf den kleineren Stationen diejenige Anordnung die einfachste, bei welcher die zu beiden Seiten der durchgehenden Gleise liegenden Güterverkehrsgleise der Art mit denselben verbunden sind, dass die zurückbleibenden Wagen durch die Maschine beziehentlich den Zug in die Nebengleise geschoben und auf demselben Wege die zu befördernden Wagen dem Zuge zugetheilt werden. Zum Uebersetzen der Wagen aus einer Zugrichtung in die andere ist eine Verbindung der beiden Hauptgleise nothwendig. Das Ueberführen der Wagen aus den Nebengleisen der einen Seite in diejenigen der anderen, kann bei dieser Anordnung während der Kreuzungszeit zweier Züge nicht durch die Zugmaschine bewirkt werden, sondern es sind hierzu besondere Arbeitskräfte erforderlich. (Fig. 4.)

Fig. 4.



a a Hauptgleise. *b b* Güterverkehrgleise.

Liegt der Güterverkehr auf einer Seite der Hauptgleise und derselben Seite des Empfangsgebäudes, so ist die Verbindung des äusseren durchgehenden Gleises mit den Güterverkehrgleisen zweckmässig durch eine Kreuzung des anderen Hauptgleises event. wenn an dieser Stelle eine Verbindung der beiden Hauptgleise erforderlich sein sollte, mit diesem selbst durch die Anwendung einer sogenannten halben englischen Weiche herzustellen. (Siehe Fig. 5.)

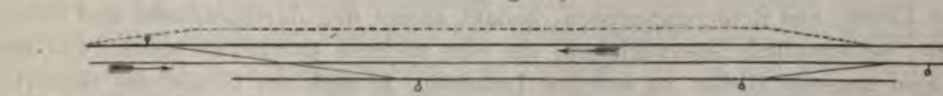
Fig. 5.



A Empfangsgebäude. *B* Güterschuppen.

Bei dieser Anordnung wird das Fahren der Züge gegen die Spitzen der Weichen vollständig vermieden;[39]) denn das langsame Bewegen des zurücksetzenden Zuges gegen die Spitze der halben englischen Weiche, welche zur Verbindung der beiden Hauptgleise mit der Kreuzung vereinigt ist, kann nicht als betriebsgefährlich betrachtet werden; diese Anordnung kann auch für die Verbindung des Ueberholungsgleises mit den Hauptgleisen in nachstehender Skizze empfohlen werden. Der zu überholende Zug wird hierbei in ein nebenliegendes Gleis zurückgeschoben. (Siehe Fig. 6.)

Fig. 6.



[39]) Wochenblatt des Berliner Architecten-Vereins (deutsche Bauzeitung) 1867, Nr. 27. Ueber Sicherung von Eisenbahnzügen, welche bei Ausweichungen gegen die Spitze der Weichenzunge fahren.

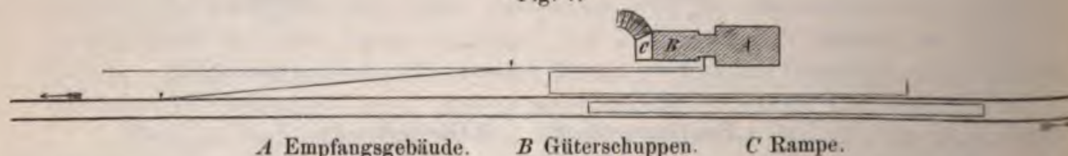
Soll ein Zurückschieben der Züge in das nebenliegende Gleis nicht stattfinden, so ist das Ueberholungsgleis nur durch einfache Weichen an das zunächstgelegene Hauptgleis anzuschliessen, wobei alsdann der Zug der einen Richtung gegen die Spitze der Weiche fahren muss. — Die Gefahr des Fahrens gegen die Weichenspitze kann vermindert werden durch Anwendung einer Weichenconstruction, bei welcher die Weiche in der Hauptfahrrichtung stets offen steht und das Umstellen der Weiche für das Nebengleis durch eine besondere Vorrichtung bewirkt werden muss. In diesem Capitel wird für alle Gleisverbindungen die Annahme zu Grunde gelegt, dass die Züge rechts ausweichen.

Das Bahnpolizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 veröffentlicht in Nr. 2 des Centralblattes für das deutsche Reich vom 8. Januar 1875 bestimmt im § 21: »Auf doppelgleisigen Bahnstrecken sollen die Züge das in ihrer Richtung rechts liegende Gleis befahren.«

Bezieht sich diese Bestimmung in ihrer allgemeinen Fassung auch auf die Lage der Gleise auf Bahnhöfen, so sind doch zunächst nur die Gleise auf freier Bahn verstanden. Rechts wird gefahren auf den norddeutschen Eisenbahnen mit Ausnahme der Strecke von Altona bis Rendsburg, der alten Leipzig-Dresdner Eisenbahn sowie der Bahnstrecken Coswig-Meissen, auf den holländischen, schwedischen, einigen Bahnen Nordamerikas u. s. w., links dagegen auf den süddeutschen Bahnen, ausgenommen derjenigen Württembergs und Hessens, auf den österreichischen, italienischen, französischen und theilweise auf den englischen Bahnen. Auf den Elsasslothringischen Eisenbahnen wird allmählich das Linksfahren beseitigt, so dass jetzt nur noch auf wenigen Strecken links gefahren wird, letzteres findet auch noch statt auf den an die belgischen Bahnen anschliessenden deutschen Bahnstrecken.

Für kleinere Stationen und Haltestellen empfiehlt es sich, das Stationsgebäude[40] mit dem Güterschuppen der Art zusammenhängend zu bauen und dem Letzteren eine solche Lage zu geben, dass zwischen demselben und dem Perron noch ein Gleis gelegt werden kann, um eine directe Um- und Ueberladung vom Perron und Schuppen aus bewirken zu können; die Verladerampe wird dann zweckmässig mit dem Güterschuppen in Verbindung angeordnet, oder an das Ende des verlängerten todtlaufenden Güterverkehrgleises gelegt. (Siehe nachstehende Fig. 7.)

Fig. 7.



A Empfangsgebäude. *B* Güterschuppen. *C* Rampe.

Diese Anordnung empfiehlt sich für Bahnhöfe der Bahnlinien, auf welchen gemischte Züge fahren, d. h. Züge mit Personen- und Güterbeförderung.

Zwischenstationen von mittlerer Grösse erhalten ein Stationsgebäude, welches die Warte- und Expeditionsräume enthält, sodann besondere zweckmässig und nahe dem Perron gelegene Abtrittsanlagen, einen Güterraum und Verladerampe, sowie, je nachdem auf der Station Maschinenwechsel oder nur Wassereinnahme stattfinden soll, einen Locomotivschuppen, eine Wasserstationsanlage mit Wasserkrahnen und zugehörigen Lösch- und Reinigungsgruben; sodass ausser den durchgehenden und Ueberholungs-, beziehentlich Reservegleisen, ein oder mehrere parallel zueinander und zum Güterraum liegende Gleise, zu welchen Letzteren, je nach der Grösse des Güterver-

[40]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1865, p. 323. Empfangsgebäude auf Eisenbahn-Zwischenstationen.

kehrs, einige kürzere Gleise zum Aufstellen von Wagen, event. zum Zusammenstellen und Theilen der Züge erforderlich werden können.

Die Rampe zum Verladen von Vieh, Wagen etc. ist an ein abzweigendes Gleis nahe dem Güterraum zu legen, event. mit demselben zu verbinden. Dieselbe ist, sofern nicht eine baldige Vergrösserung der Bahnhofsanlage in Aussicht steht, nicht von Holz, sondern sofort massiv, aus Mauerwerk herzustellen und mit Steinschlag etc. zu überdecken.

Dem Perron solcher Stationen ist eine Länge von 125—160^m zu geben; auf unbedeutenden Stationen wird derselbe häufig ohne Einfassungsmauern und Deckplatten, nur aus Boden hergestellt oder er erhält Holzeinfassung und Kiesbedeckung; auf frequenteren Stationen hingegen wird derselbe gemauert und zwar dessen vordere Deckfläche, nach dem Normalprofil des lichten Raumes innerhalb der Dimensionen von 0^m,230 oder 0^m,380 über Schienenoberkante und dem entsprechend bis 1^m,140 bezw. 1^m,370 von der Gleismitte entfernt, angenommen, der Oberfläche desselben eine Neigung gewöhnlich von 1 : 30 (33,3^{mm}) gegeben und dieselbe entweder bekiest, gepflastert oder mit Asphalt, Platten, Schiefer etc. belegt. — In holzreichen und steinarmen Gegenden wendet man auch wohl bei Holzeinfassung des Perrons Holzpflaster (Rothkiefern- oder Eichenholzwürfel) zur Bedeckung an.

Ueber die Höhenanlage des Perrons vergl. die im XVII. Cap. § 3 mitgetheilten technischen Vereins-Bestimmungen.

Auf den Stationen, auf welchen die Zugmaschinen mit Wasser zu versehen sind, wird gewöhnlich nahe dem Wasserkrahne in 4 bis höchstens 6^m Entfernung von demselben eine Löschgrube in das betreffende Hauptgleis gelegt. Auf vielen Bahnen vermeidet man die Anlage von Löschgruben in Hauptgleisen, welche, wenn sie nach dem Gebrauch nicht sofort wieder zugedeckt werden, gefahrbringend für das Bahnpersonal sind, dadurch, dass man die betreffende Stelle zwischen den Hauptgleisen pflastert oder mit Platten bedeckt.

Am Anfang und Ende eines jeden Bahnhofes ist ein Absperrungssignal aufzustellen, welches entweder durch einen auf dem Perron aufgestellten Telegraphenmast oder auf mechanischen oder elektrischem Wege das Signal erhält, dass die Fahrgleise des Bahnhofes frei sind und der ankommende Zug einfahren darf. § 46, Absatz 4 des Bahn-Pol.-Regl. schreibt vor: »Auf denjenigen Stationen, auf welchen eine Verbindung des Wärterpostens am Bahnhofs-Abschlusstelegraphen mit der Station durch elektrische Blockapparate oder Sprechapparate oder auf irgend einem anderen mechanischen oder elektrischen Wege nicht besteht, sind von dem dienstthuenden Stationsbeamten für die Einfahrt der Züge optische Signale am Telegraphenmast zu geben.« In der Signal-Ordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 sind unter II. b. 13. 14 und 15 die am Bahnhofs-Abschlusstelegraphen und dessen Vorsignal zu gebenden optischen Signale vorgeschrieben. Ausserdem bestimmen die technischen Vereinbarungen:

I. D. § 215. »**Der jedesmalige Stand der in Hauptgleisen liegenden Weichen, sowie der beweglichen Brücken, soll durch ein mit der Weiche resp. der Brücke selbst in Verbindung stehendes Signal kenntlich gemacht werden. Diese Signale sollen durch die Bewegung der Weichenzungen resp. der Brücke gestellt werden und ist es wünschenswerth, dass dieselben bei Tag und Nacht von gleicher Form und Farbe seien; für Weichen ist nicht »roth« zu wählen. Bei Weichen, welche nicht zu Bahnhöfen gehören, sowie bei beweglichen Brücken, soll ausser diesem Signal noch ein so weit vorgeschobenes Haltesignal angebracht sein, dass**

es dem Locomotivführer unter allen Umständen möglich wird, den Zug noch vor der Weiche resp. der Brücke zum Stillstand bringen zu können.«

»Es empfiehlt sich, die Stellvorrichtung des vorgeschriebenen Haltesignals so mit der Stellvorrichtung der Weichen, resp. der Brücken in Verbindung zu bringen, dass an dem Haltesignal das Signal für freie Fahrt nur dann gegeben werden kann, wenn die Weiche resp. Brücke für das Fahrgleis sicher eingestellt ist. Bei einer derartigen Verbindung der Weichen mit den Einfahrtsignalen sind besondere Weichensignale, welche durch die Bewegung der Weichenzungen gestellt werden, nicht erforderlich.«

Am Zusammenführungspunkte verschiedener in den Bahnhof einmündender Bahnlinien in gemeinschaftliche Hauptgleise ist zur Sicherung des Betriebes für jede Bahnlinie ein besonderer Bahnhofs-Abschlusstelegraph mit zugehörigem Vorsignal, letzteres in 600 bis 1000^m Entfernung von ersterem, aufzustellen, dessen mechanische Vorrichtung mit dem Bewegungsmechanismus der Weiche in Uebereinstimmung — freie Fahrt oder Halt — dem einfahrenden Zug ausdrückt und die Weichenstellung von der richtigen Signalstellung in der Weise abhängig macht, dass die Weiche nicht eher fahrbar für eine Richtung gestellt werden kann, bis zuerst am Signal Halt für die andere Richtung gegeben ist.

Die Weichenstellerbuden stellt man zumeist der Lage der Eingangsweichen entsprechend, auf kleinen Stationen wohl stets an die Enden des Bahnhofes, letzteres geschieht auch deshalb, um zugleich eine Bewachung der Bahnstrecke oder etwa nahe liegender Niveauübergänge vom Standpunkt des Weichenstellers aus zu ermöglichen. Die Lage dieser Buden darf die Uebersicht über die Gleise vom Perron aus nicht beeinträchtigen. Wird ein Bahnhof durch einen Niveauübergang begrenzt, so empfiehlt es sich, die nächstgelegenen Weichen der Haupt- und Nebengleise mindestens rot. 20^m von demselben entfernt zu legen, damit ein Ueberführen der Maschine oder einzelner Wagen aus einem Gleise in das andere stattfinden kann, ohne jedesmal eine Sperrung des Uebergangs zu veranlassen.

Die Endweichen der Hauptgleise sind, wenn irgend möglich, noch auf die Bahnhofshorizontale und nicht auf anschliessende starke Neigungen zu legen: sollte dies wegen einer zu kurzen Bahnhofshorizontale nicht durchzuführen sein, so ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Richtung der Weichenspitze auch mit derjenigen des Bahngefälles zusammenfällt; eine Gefährdung der passirenden Züge an diesen Stellen ist dann weniger zu befürchten.

Auf verkehrsreichen Bahnhöfen erfordert die Sicherheit des Betriebes für jede Weiche in den Hauptgleisen, sofern sie gegen die Spitze befahren werden und nicht zeitweilig geschlossen gehalten werden können, einen besonderen Weichensteller, während für die Bedienung mehrerer Weichen der Nebengleise, je nach der zeitweilig statthabenden Benutzung derselben, ein Weichensteller genügen kann.

Wird dem zuströmenden Güterverkehr entsprechend der Güterschuppen auf die dem Empfangsgebäude entgegengesetzte Seite des Bahnhofs gelegt, oder haben örtliche Verhältnisse oder sonstige Einwirkungen eine solche Anlage bedingt, so ist ersterer soweit von den Hauptgleisen zurückzulegen, dass zwischen diesen und den Güterschuppengleisen bei zunehmendem Verkehr je nach Bedarf noch Gleise gelegt werden können.

Wenn Zwischenstationen auch zugleich Trennungsstationen für andere abzweigende Bahnlinien sind, welche einen grösseren durchgehenden Verkehr haben und einer anderen Bahnverwaltung unterstellt sind, so werden die hierfür erforderlichen

Einrichtungen meistentheils gesondert angelegt. Die An- und Abfahrtsgleise für den Personenverkehr werden dann bei gemeinschaftlicher Benutzung des Stationsgebäudes an besondere, gewöhnlich mit dem Hauptperron in Verbindung stehende Perrons gelegt, während der Güterverkehr grösstentheils getrennte Lagerräume und Gleisanlagen erhält, welche Letzteren jedoch mit den anderen Gleisen verbunden werden.

Vor jeder Vereinigung zweier Gleise, beziehentlich neben jeder Weiche sind zwischen den nebeneinander liegenden Gleisen Distanzpfähle einzusetzen, welche, dem Normalprofil des lichten Raumes entsprechend, die Grenzen feststellen, bis zu welchen die Züge, beziehentlich die einzelnen Fahrzeuge, aufgestellt werden können, ohne von den auf den nebenliegenden Gleisen sich bewegenden Fahrzeugen berührt zu werden.

I. A. b. § 67. »**Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist auf 3^m,500 Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise ein Markirzeichen anzubringen, welches die Grenze bezeichnet, bis zu welcher in jedem Gleise Wagen vorgeschoben werden dürfen.**«

Mit der Abzweigung eines Gleises aus einem der Hauptgleise auf freier Bahn, wie solche zur Verbindung der Bahnlinie mit gewerblichen Etablissements etc. wohl angelegt werden, ist stets eine Signalstation mit einem verantwortlichen Beamten zu verbinden; diese Weichen, sowie auch diejenigen, welche die Verbindung der Hauptgleise mit den Nebengleisen auf kleinen und untergeordneten Stationen herstellen, sind für gewöhnlich durch kräftige und gut wirkende Verschluss- und Sperrvorrichtungen[41]) geschlossen zu halten. Die Anwendung der Verschlussvorrichtung empfiehlt sich für alle Weichen der Hauptgleise, welche nur zeitweise benutzt werden und bei denen ein Fahren der Züge gegen die Weichenspitze stattfindet; desgleichen sind mit Sperrvorrichtungen auch stets die abzweigenden in einem Gefälle liegenden Nebengleise zu versehen. Die todtlaufenden Gleise sind, wenn irgend thunlich, auch bei den in einer Neigung liegenden Bahnhöfen horizontal zu legen und die Enden derselben mit Stossvorrichtungen[42]) abzuschliessen, welche aus auf die Schienen gelegten und mit denselben verbundenen Schwellen oder Erdwällen oder aus besonderen Gerüsten bestehen können. (Vergl. 4. Bd. III. Capitel § 10.)

Die Gesammtbahnhofsfläche ist einschliesslich aller zum Bahnbetriebe etc. gehörigen Anlagen durch Geländer, Heckenpflanzungen etc. zu begrenzen.

Die technischen Vereinbarungen bestimmen in I. A. b. § 61:

»**Die Bahnhöfe sind nach Bedürfniss einzufriedigen. Ausserdem ist ein Abschluss der Perrons dringend zu empfehlen, um das Publicum von denselben abhalten zu können.**«

Fig. 3, Tafel XXXVII zeigt eine Haltestelle einer eingleisigen Bahn mit vorherrschendem Personenverkehr, ohne Anlage eines Mittelperrons, — der Güterschuppen ist mit dem Stationsgebäude vereinigt und neben ersterem liegt die Rampe zum Verladen von Pferden, Wagen etc. Die Verbindung des verlängerten Güterverkehrgleises mit dem durchgehenden Hauptgleis erfordert freilich ein Fahren gegen die Weichenspitze. Die Züge jeder Richtung fahren bei der Einfahrt in den Bahnhof gegen die Spitze der Weiche etc.

---

[41]) Engineering 1868. Harry's Hemmvorrichtung für Nebengleise.

Organ für die Fortschritte d. E. 1866, p. 233. Sperrvorrichtungen auf Nebengleisen der französischen Ostbahn.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1863, p. 480 und 618. Ueber Sperrvorrichtungen auf Nebengleisen.

[42]) Allgemeine Bauzeitung. Wien 1853, p. 12. Wohlfeiles Stossgerüst für Eisenbahnen.

Fig. 3. Tafel XXXV dagegen eine solche, auf welcher der Güterverkehr und hauptsächlich in Rohproducten, welcher zu beiden Seiten der Hauptgleise stattfindet, vorwiegend ist.

Fig. 3. Tafel XXXVIII stellt eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn nebst Wasserstationsanlage und einen Mittelperron zwischen den Hauptgleisen dar. Der Gütterschuppen liegt auf derselben Seite des Stationsgebäudes, jedoch von letzterem getrennt und die Rampe nebst Viehhof zwischen denselben. Durch die Bedingung, dass die Güterzüge vor dem Güterschuppen vorfahren sollen, ohne zurückzusetzen, findet im ersten Hauptgleise ein Fahren gegen die Weichenspitze statt. Diese Anordnung entspricht allen Anforderungen einer Station von mittlerem Verkehr.

Fig. 2. Tafel XXXVII ist eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn mit Wasserstation, auf welcher ein grösserer Güterverkehr und besonders in Rohproducten, Kohlen etc. auf beiden Seiten der Hauptgleise stattfindet. Der Güterschuppen liegt auf der dem Empfangsgebäude entgegengesetzten Seite. Da auch hier ein directes Ueberfahren der Güterzüge aus den Hauptgleisen in die anliegenden Güterverkehrgleise stattfinden soll, so sind die Gleisverbindungen mit der vorerwähnten Bahnhofsanlage übereinstimmend.

Fig. 4. Tafel XXXV ist eine in einer Curve liegende Zwischenstation für Personenverkehr, bei welcher das Fahren der Züge gegen die Spitzen der Weichen vermieden ist. Ausser den beiden durchgehenden Gleisen sind noch 4 Reservegleise, theils für Ueberholung, theils für Wagenaufstellung und ein Gleis nach dem Wagenschuppen vorhanden, welches Letztere zugleich vermittelst der Schiebebühne des Wagenschuppens mit der Rampe für Equipagen, Pferde etc. in Verbindung gebracht ist.

Fig. 1, Tafel XXXV stellt eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn mit regem Güterverkehr und, mit Anschluss einer Zechenbahn, mit Maschinenwechsel und Wasserstationsanlage dar. Der Güterschuppen liegt auf der Seite des Empfangsgebäudes, jedoch getrennt von demselben; zur Lagerung und Umladung der Rohproducte sind grössere Plätze und eine lange Ladebühne vorgesehen.

Fig. 4. Tafel XXXVII zeigt eine Zwischenstation mit Wasserstation zwei besonderen Wasserkrahnen und regem Güterverkehr, hauptsächlich für Rohproducte. — Die Gleisanordnung ist eine sehr zweckmässige.

§ 9. Anordnung der Anfangs- und Endstationen. — Diese am Anfang, beziehentlich am Ende einer Bahnlinie gelegenen Stationen sind gewöhnlich Anlagen von grösserer Ausdehnung, welche sowohl die für den Personen- als auch für den Güterverkehr erforderlichen Einrichtungen enthalten und in vielen Fällen auch wegen der Bedeutung des nächst gelegenen Ortes die Gebäulichkeiten für die Verwaltung der Bahn und die Werkstätten für die Reparaturen der Betriebsmaterialien in sich vereinigen.

Die Anordnungen derselben sind sehr verschieden; theils sind dieselben von den Betriebsverhältnissen, theils von besonderen localen Umständen abhängig, auch können bestimmte Anforderungen auf ihre Gestaltung einwirken, doch enthalten sie dabei alle für die vollständige Einrichtung und Ausrüstung eines Bahnhofs erforderlichen Anlagen; meistentheils sind diese Stationen sogar sehr ausgedehnt angelegt und insbesondere für den Personenverkehr mit allen Einrichtungen einer grossen Bahnhofsanlage ausgerüstet.

Auf eine zweckmässige Verbindung des Bahnhofes mit dem anliegenden Strassengebiete ist besondere Sorgfalt zu verwenden.

Schliessen eine oder mehrere Bahnlinien an diese Stationen an, so wird man denselben, sofern nicht die Lage des Ortes oder die Terrainbeschaffenheit bestimmend einwirken, eine den Betriebs- und Verkehrsverhältnissen entsprechende zweckmässige Anordnung geben können, liegt dagegen die Bahnlinie isolirt, ohne weiteren Anschluss, so empfiehlt es sich, eine solche Anordnung zu treffen, dass eine event. Weiterführung der Linie keine grossen Veränderungen der Bahnhofsanlagen demnächst erforderlich macht; die Hauptgleise kann man dann zweckmässig auf Drehscheiben, Schiebebühnen etc., beziehentlich in ein verlängertes Gleis, als Ausziehegleis, endigen lassen; steht jedoch eine Verlängerung der Bahnlinie in der Hauptrichtung nicht zu erwarten, so wird die Anlage meistentheils, durch die Stellung des Stationsgebäudes zu den Gleisen, eine Kopfstation werden.

Diese Form gestattet dem Schwerpunkte der Stadt möglichst nahe zu kommen und wird bei derartigen Anlagen auch vielfach in der Nähe grösserer Städte, Festungen etc. durch die geringe Ausdehnung des vorhandenen Raumes und dessen kostspielige Beschaffung bedingt; man legt dann am zweckmässigsten den ohnedies auch einen geringeren Flächenraum einnehmenden Personenbahnhof in oder der Stadt zunächst und den Güterbahnhof weiter ausserhalb derselben, um eine Vergrösserung desselben möglich zu lassen.

Bei Anschluss mehrerer Bahnlinien an eine Station kann dieselbe je nach der Bedeutung und dem Umfang des Verkehrs gemeinschaftlich für sämmtliche Linien sein, oder eine jede Bahnlinie hat einen besonderen Bahnhof; in letzterem Falle sind, zur Ueberführung der Güter von einer Bahn zur anderen, die Anlagen für den Güterverkehr jedenfalls durch Gleise miteinander zu verbinden und ist deshalb auf eine annähernd gleiche Höhenlage der Bahnhöfe Rücksicht zu nehmen. Meistentheils wird man jedoch, sobald es die localen und die Betriebsverhältnisse gestatten, den Personenverkehr in einen Bahnhof mit einem gemeinschaftlichen Empfangsgebäude vereinigen — einen Centralbahnhof anlegen —.

I. A. b. § 58 der technischen Vereinbarungen bestimmt: »**Treffen zwei oder mehrere Bahnen zusammen, so ist eine vollständige Vereinigung der Bahnhöfe wünschenswerth, anderenfalls sind mindestens die Personen-Bahnhöfe aneinander zu legen.**«

»**Dieselben sind, namentlich da, wo der durchgehende Personenverkehr den Localverkehr erheblich übertrifft, zweckmässig so anzuordnen, dass das Empfangsgebäude sich zwischen den Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer Verbindung stehen. Zwischen den Gleisen der verschiedenen Bahnen, besonders zwischen den Güterbahnhöfen, sind bequeme Schienen-Verbindungen herzustellen.**«

»**Bei dem Anschluss von Zweigbahnen an Hauptbahnen, besonders derselben Verwaltung, ist der Anschluss in der Regel an derjenigen Seite des Bahnhofes auszuführen, an welcher die Zweigbahn liegt.**«

Zur Verbindung der einzelnen Bahnhöfe verschiedener Bahnlinien in grossen Städten legt man besondere Bahnlinien — Verbindungs- oder Gürtelbahnen — an, welche dann bei grösserer Länge und Gesammtausdehnung derselben, nicht nur zur Vermittelung des Verkehrs zwischen den einzelnen Bahnhöfen bestimmt sind, sondern vortheilhaft auch für den Personenverkehr der einzelnen Stadttheile dienen können. Dieselben sind so anzulegen, dass eine Kreuzung der vorhandenen Strassen und Wege im Niveau nicht stattfindet, letztere sind entweder zu über- oder zu unter-

führen — oder die Bahnlinie liegt durchweg unter dem Niveau der Strassen (z. B. unterirdische Bahnen in London) oder in einer den Strassenverkehr nicht belästigenden Weise über demselben. (Elevated railway in New York. Stadt-Eisenbahn in Berlin.)

Vermitteln die Verbindungsbahnen zugleich einen bedeutenden Personenverkehr, so können die verschiedenartigsten Höhenlagen der Bahnhöfe vorkommen: — die hierfür besonders angelegten Personenbahnhöfe, welche meist am Vereinigungspunkt der Verbindungsbahn mit einer der Hauptbahnlinien oder einer Hauptverkehrsstrasse liegen, erhalten nur eine geringe Ausdehnung, es genügen ein Stationsgebäude beziehungsweise überdeckte Hallen auf den Perrons für die An- und Abfahrt nebst den zugehörigen durchgehenden Gleisen, — höchstens legt man noch in die Mitte zwischen die beiden Hauptgleise ein Ueberholungs- oder Reservegleis: eine Ueberschreitung der Gleise findet hier nicht statt, weil auf jeder Seite der Gleise besondere Aus- und Eingänge anzulegen sind. Weichen werden nur in Ausnahmefällen, z. B. bei Anlage eines Reserve- oder Ueberholungsgleises, vorkommen. Die Expeditionsräume werden bei unterirdischer Lage zweckmässig über der Erdoberfläche vor den Zugängen zur Bahn, und bei den über dem Strassenniveau liegenden Bahnen in deren Unterbau angebracht. Bei einem sehr starken Personenverkehr, welcher kurze Aufenthalte und ein Folgen der Züge in kurzen Zeitintervallen erforderlich macht, empfiehlt es sich, die Perrons in eine dem Fussboden der Wagen annähernd gleiche Höhe zu legen. Haben die Verbindungsbahnen zugleich den Zweck, den Güter- und Personenverkehr der inneren Stadttheile, welche sie durchschneiden, aufzunehmen, so empfiehlt es sich, für die Sicherheit des Betriebes die Bahn mit mindestens drei, besser noch mit vier nicht durch Weichen miteinander verbundenen Gleisen anzulegen, von denen zwei für den Personenverkehr ausschliesslich zu benutzen sind. In diesem Falle sind die Bahnhöfe innerhalb der Stadt mit besonderen Aufzugs- bezw. Hebevorrichtungen (Dampf- oder hydraulische Kraft etc.) oder Rampen zu versehen, um die Güter direct vom Strassenniveau auf das Bahnplanum oder die Wagen und umgekehrt überladen zu können. Die Längenausdehnung dieser Bahnhöfe ist der Länge der passirenden Züge entsprechend anzunehmen.

Auf sehr verkehrsreichen Stationen sind für den Güterverkehr, ausser den hierzu erforderlichen Güterverkehrgleisen und einer ausreichenden Zahl von Reservegleisen oder den für Letztere zu reservirenden Raum, besondere Uebergabegleise, auch Ueberladeperrons, zur Ueberlieferung der Güter sowie der beladenen Wagen von einer Bahnverwaltung zur anderen erforderlich. Verbindungscurven zwischen den in verschiedener Höhenlage befindlichen Bahnhöfen mit anschliessenden Uebergabegleisen.

Die Gleise für den Güterverkehr nebst den zugehörigen Gebäulichkeiten werden auf diesen Stationen zweckmässig auf eine Seite der Hauptgleise gelegt, die Verbindungen der Letzteren mit den Güterverkehrgleisen sind auf die nur unbedingt erforderliche Zahl zu beschränken, damit die Hauptgleise so wenig als möglich durch den Güterverkehr gesperrt werden können. Bei sehr regem Verkehr und besonders wenn derselbe vorwiegend in Rohproducten stattfindet, kann es erforderlich werden, die Gleisanlagen für denselben nebst den Lagerplätzen, zur Vermeidung einer zu grossen Längenausdehnung des Bahnhofes, nicht auf die Seite der Güterverkehrgleise, sondern auf die andere Seite der Hauptgleise zu verlegen.

Auf grösseren Anfangs- oder Endstationen sollte die Breite des Hauptperrons nicht unter $7^m,5$ und die Länge desselben je nach der Grösse des Verkehrs $150—250^m$ betragen: die Breite des Mittelperrons bestimmt sich nach der Entfernung der Haupt-

gleise von einander, welche man unter Berücksichtigung der Verkehrsausdehnung zwischen 6 bis 8^m von Mitte zu Mitte annimmt.

Man kann bei einer Bahnhofsanlage mit Personen- und Güterverkehr im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf die Lage der Station zu den durchgehenden Gleisen, folgende Gleisgruppen unterscheiden:

1. Diejenige für den Personenverkehr, welche aus mindestens vier zu einander parallelen Gleisen besteht, von denen zwei für die Züge nach den verschiedenen Richtungen — Hauptgleise —, das dritte für einen zu überholenden Zug — Ueberholungsgleis —, und das vierte zur Aufstellung von Reservewagen — Reservegleis — dient. An diese schliessen sich die abzweigenden Gleise nach dem Wagenschuppen und der Drehscheibe bezw. dem Locomotivschuppen an.

2. Diejenige für den Güterverkehr, welche getrennt und seitwärts der Hauptgleise und je nach der Ausdehnung des Verkehrs, jedoch mindestens aus zwei bis drei Gleisen bestehend, anzulegen ist. Die Verbindung derselben mit den Hauptgleisen ist hierbei so anzuordnen, dass aus diesen die Züge jeder Richtung direct nach denselben übergeführt werden können, um Güter ein- oder ausladen, beziehentlich Wagen ein- oder aussetzen zu können, ohne den Verkehr auf den Hauptgleisen zu stören. Zum Uebersetzen der Züge aus einem Gütergleise in ein anderes behufs Aufnehmen oder Abgeben von Wagen ist ein besonderes, beziehentlich verlängertes Gleis, das sogenannte Ausziehegleis, erforderlich.

3. Die Gleisgruppe für die Betriebserfordernisse, welche sich an die Hauptgleise anschliessen muss und so zu legen ist, dass die Maschinen etc. nach den Zügen gelangen können, ohne mehrere der Gleise durchfahren zu müssen.

Die Anordnungen der Gleisgruppen werden aus nachstehend erwähnten Figuren zu ersehen sein.

Fig. 3, Tafel XXXVI (Bahnhof Vohwinkel) ist eine Durchgangsstation in der Hauptrichtung und eine Anfangsstation für die Abzweigungslinie (Vohwinkel-Steele). Der Bahnhof ist mit den Anlagen für den Personen- und einen geringen Localgüterverkehr ausgerüstet; der Personenverkehr der Abzweigungsbahn nach Steele findet von den, zwischen den Hauptgleisen für diese Bahnlinie angelegten und dem Empfangsgebäude gegenüberliegenden Perrons aus statt, während der durchgehende Personenverkehr der Hauptbahn vom Haupt- und dem nächstgelegenen Zwischenperron bewirkt wird. Für die Localpersonenzüge in der Richtung nach Düsseldorf sind noch zwei auf eine Drehscheibe auslaufende Gleise hinter dem Hauptperron auf der westlichen Seite des Empfangsgebäudes angelegt. Für die Uebergabe der Güter, Vervollständigung der Züge und für leere Wagen ist auf der nördlichen Seite des Bahnhofes eine grössere Zahl Reservegleise vorgesehen. Aus dem Längenprofile ist zu ersehen, dass nur die ursprüngliche, für geringeren Verkehr angelegte Bahnhofsfläche horizontal ist, denn die anschliessenden starken Neigungen der Hauptbahn gestatteten nicht bei einer späteren Heranziehung derselben zur Gesammtbahnhofsfläche, diese in eine Horizontale zu legen.[43])

Fig. 1 und 1^a, Tafel XXXIX (Bahnhof Görlitz) ist eine der vorhergehenden ähnliche Anlage, jedoch mit Inselperron. Für zwei durchgehende Bahnlinien ist der Bahnhof Durchgangsstation und für die dritte Linie Endstation. Der Personenverkehr hat ein gemeinschaftliches Empfangsgebäude, dessen Hauptperron durch die Anlage

[43]) In der Fig. 3, Tafel XXXVI bezeichnen: *a* Empfangsgebäude, *b* Wagenschuppen, *c* Güterschuppen, *d* Locomotivschuppen, *e* Kohlenbühne, *f* Werkstätte, *g* Wasserstation.

von Zungenperrons mit anschliessender Drehscheibe für die An- und Abfahrt der Züge jeder Bahnverwaltung nutzbar gemacht worden ist. Das Ueberschreiten der Gleise ist durch die Anlage von Tunnels, von denen der eine für die Reisenden und der andere für die von und nach dem Bahnhofe zu führenden Poststücke bestimmt ist, vermieden. Der Güterverkehr mit allen zugehörigen Anlagen, als Güterschuppen, Lade-, Vieh- etc. Rampen, Viehhof, Lagerplätze, Centesimalwaagen etc., welcher auf der nordwestlichen Seite des Bahnhofes für jede der drei Bahnverwaltungen getrennt angelegt ist, gestattet eine leichte Uebergabe der Güter von einer Bahn zur anderen. Die Betriebsanlagen sind gleichfalls für jede Bahnverwaltung besonders und in zweckentsprechendem Zusammenhange, sowohl mit den Haupt- als auch Güterverkehrgleisen angenommen. Ausserdem ist noch ein Steuerschuppen und ein Beamtenwohngebäude, Letzteres ausserhalb der Bahnhofsanlagen vorgesehen.[44])

Fig. 1, Tafel XL (Bahnhof Eydtkuhnen) ist zugleich Anfangs-, beziehentlich Endstation und Durchgangsstation, und zwar ein Bahnhof an der Grenze zweier Länder, deren Eisenbahnen verschiedene Spurweiten haben. — Es ist hiebei die Anordnung getroffen, dass die Züge der einen Bahnlinie auf den Bahnhof der anderen Bahnlinie überlaufen, beziehentlich auf demselben umgeladen werden und umgekehrt, so dass Gleise verschiedener Spurweite auf jedem Bahnhofe vor den Empfangsgebäuden und vor den Güterschuppen und Umladestellen nebeneinander liegen[45]), an die Ueberladegleise schliessen sich die zugehörigen Rangirgleise direct an und sind mit denselben verbunden. Auf der nördlichen Seite des Bahnhofes befinden sich die Anlagen für den Local- und den Durchgangsverkehr, zwischen den Zollrevisionsschuppen und dem Empfangsgebäude die Ueberladegleise und zu beiden Seiten des Empfangsgebäudes die Hauptgleise für Personenzüge, und zwar vor dem nördlichen Hauptperron das russische mit breiterer Spur und vor dem südlichen Perron das preussische Gleis — die directe Verbindung nach und von den nächstgelegenen Stationen der Ostbahn einerseits und der nächsten russischen Station andererseits. Südlich des durchgehenden Gleises liegen die Gebäulichkeiten für den Betriebsdienst und die Werkstätten. Mit derartigen Bahnhofsanlagen sind Reservegleise in ausreichender Zahl anzulegen bezw. ist der dafür erforderliche Raum zu reserviren, weil gewöhnlich die Zollabfertigung der Güter auf denselben stattfindet, welche, sofern die einzelnen Güter declarirt werden müssen, einen längeren Aufenthalt der Wagen auf den Gleisen erforderlich macht. Auf dem Bahnhofe Eydtkuhnen sind öfters auf den hierfür

---

[44]) In der Fig. 3 auf Tafel XXXIX bezeichnen: *a* Ausgabe und Annahme der Postsendungen, *b* Vorsteher, *c* Wachtzimmer, *d* Packkammer der Post, *e* Encartirungs-Expedition, *f* Decartirungs-Expedition, *g* Zugführer, *h* Schaffner, *i* Telegraphen-Bureau, *k* Stations-Bureau, *l* Stations-Vorsteher, *m* Lampen, *n* glasbedeckter Hof, *o* Bureau der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, *p* Durchgang, *q* Gepäck-Expedition, *r* Steuer, *s* Vestibul, *t* Billet-Verkauf, *u* Portier, *w* Corridor, *x* Wartesaal III. u. IV. Classe, *y* Restauration, *z* Wartesaal I. u. II. Classe, *aa* Speisesaal, *bb* Damenzimmer, *cc* Cabinet, *dd* Comodité-Zimmer, *ee* Cabinet, *ff* Disponible, *gg* Sächsische Beamte, *hh* Durchgang, *ii* Aufgang aus dem Tunnel.

[45]) In der Fig. 1, Tafel XL bezeichnen: *a* Weichenstellerbude, *b* Stall, Retirade, *c* Müllgrube, *d* Materialien-Schuppen, *e* Kohlenschuppen, I–XII, *f* Dienstwohnungen, *g* Werkstatt, *h* Wagenschuppen, *i* Schiebebühne, *k* Wagenrevisionsschuppen, *l* Torfschuppen, *m* Gasanstalt, *n* Gasometer, *o* Zollrevisionsschuppen, *p* Güterschuppen, *q* Postamt, *r* Empfangsgebäude, *s* Laufkrahn, *t* Centesimalwaage, *u* Eiskeller, *v* Rampe, *w* Brunnen, Pumpe, *x* Luftsammelgefäss, *y* Sammelbrunnen mit Saugventil, *z* Einsteigeschacht, *tz* Glockenbude, *a'* Perrontelegraph. Die durch 2 feine Linien ausgedrückten Gleise sind die russischen, während die preussischen nur mit einer etwas stärkeren Linie dargestellt sind.

vorgesehenen, auf der nordwestlichen Seite des Bahnhofes gelegenen Gleisen 300 Wagen, welche also eine Gleislänge von 2260 bis 3020m beanspruchen, länger als 24 bis 36 Stunden gleichzeitig aufgestellt gewesen.

§ 10. Anordnung der Personenbahnhöfe. — Bei grösseren Bahnhofsanlagen, welche voraussichtlich einen sehr bedeutenden Verkehr zu bewältigen haben werden, ist es rathsam, den Personenverkehr vom Güterverkehr vollständig zu trennen und für diese beiden Verkehrsarten besondere Bahnhöfe anzulegen.[46]) Die Uebersichtlichkeit wird hierdurch erleichtert und die Sicherheit des Betriebes dadurch erhöht werden.

Die grösseren Bahnhöfe der deutschen und man kann wohl sagen fast aller Bahnen werden jetzt auch in dieser Weise angelegt, und zwar die Bahnhöfe für den Personenverkehr in oder nahe bei den Städten und die Güterbahnhöfe weiter ausserhalb derselben. Vergl. den neuen Bahnhof der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn zu Berlin in Fig. 2, Tafel XL.[47]) Diese Anordnung empfiehlt sich ausser dem leichteren Verkehr für das Publicum auch aus ökonomischen Rücksichten; denn die Grundstücke in oder nahe den Städten haben meistentheils einen höheren Werth als die weiter ausserhalb gelegenen.

Die Personenbahnhöfe sind also entweder ein Theil einer grösseren Bahnhofsanlage, oder aber sie werden für solche Punkte, Städte, Stadttheile etc. angelegt, für welche nur ein Personenverkehr besteht; zu den Letzteren sind die Bahnhöfe bei Bädern, bei Vergnügsorten etc., welche zu bestimmten Jahreszeiten besucht werden etc., sowie auch die Personenbahnhöfe der Gürtel- oder Verbindungsbahnen grösserer Städte zu zählen. Ausserdem kann aber auch durch eine Vereinigung mehrerer für den Personenverkehr bestimmter Bahnhöfe eine grössere Bahnhofsanlage, ein Centralbahnhof für den Personenverkehr, gebildet werden.

Die Ausdehnung der Personenbahnhöfe ist durchweg geringer wie diejenige der Güterbahnhöfe; im Interesse der grösseren Sicherheit und mit Rücksicht auf die grössere Geschwindigkeit, mit welcher die Personenzüge fahren müssen, giebt man letzteren ungern eine grosse Achsenzahl, sondern befördert viel eher bei starker Frequenz meherere Züge nach einander, sodann hat auch eine Zusammenstellung

---

[46]) Die grösseren Stationen der englischen Bahnen sind gewöhnlich getheilt in Passagier-, Güter-, Locomotiv- und Wagenstationen, Letztere auch zur Reparatur bestimmt und mit Werkstätten vereinigt.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863, p. 609. Ueber die Einrichtung der englischen Personenbahnhöfe.

Engineering 1866. Humber's Vortrag in der Institution of Civil-Engineers vom 13. Februar 1866. Ueber englische Bahnhofsanlagen.

[47]) In Fig. 2, Tafel XL bezeichnen: I. Im Bahnhofe links: *A* Stationsgebäude, *B* Eilgutschuppen für abgehendes, *C* Eilgutschuppen (alt) für ankommendes Eilgut, *D* Wagenschuppen, *EE* Wagenrampen, *F* Locomotivschuppen (für den Localverkehr zwischen Berlin und Potsdam), *G* Wagenreparatur-Werkstätte (früher Wagenschuppen), *H* Locomotivschuppen, *I* Kohlenschuppen, beide bereits vorhanden, *K* interimistisches Verwaltungsgebäude (alt). II. Im Bahnhofe rechts: *A* Schuppen für ankommendes Frachtgut mit Expedition im Kopfgebäude, *B* desgl. für abgehendes Eilgut mit Expedition im Kopfgebäude, *C* Umladeschuppen, *D* Wagenschuppen (zur Personenstation gehörig), *E* Locomotivschuppen, *F* Kohlenschuppen, *G* Viehrampe und Militärperron mit Expeditionsgebäude, *H* Viehställe (Project), *I* später zu erbauender Locomotivschuppen, *K* Ställe für das Rollfuhrwerk, *L* Lagerplatz, *M* Lagerhäuser (alt), *N* Waage, *O* Dampfschiebebühne, *P* Lastkrahn, *Q* Gleise für abgehende Züge, *R* desgl. für ankommende Züge, *S* desgl. für leere Wagen, *T* desgl. für Personenwagen.

und Theilung der Personenzüge, wie dies bei den Güterzügen geschehen muss, wenig oder gar nicht stattzufinden.

Ausser dem Empfangsgebäude für ankommende und abfahrende Passagiere, welches neben den Wartesälen noch Räume für die Eilgut- und Gepäckexpedition enthalten muss, und den Abtrittsanlagen sind bei grösseren Bahnhöfen noch Wagen- und Locomotivschuppen nebst Wasserstation, Wasserkrahn, Lösch- und Reinigungsgrube, Rampe zum Verladen von Pferden, Equipagen etc. erforderlich.

Auf den Stationen mit sehr starkem Personenverkehr und besonders den grösseren Durchgangsstationen, auf welchen die Züge einen bestimmten Aufenthalt haben, legt man die Abtritte und Pissoirs, zuweilen mit Waschzellen, Toiletten etc. in Verbindung, zweckmässig nahe den Wartesälen in das Empfangsgebäude.

Ueber das Erforderniss und die Lage der Abtritte bestimmen die technischen Vereinbarungen I. A. b. § 78. »**Sowohl im Empfangsgebäude selbst oder in directer, wo möglich überdeckter Verbindung mit demselben, sowie an den Perrons und neben den Hallen für ankommende Züge sind nicht zu entfernte, weithin sichtbar bezeichnete Abtritte anzuordnen, für deren regelmässige Reinigung zu sorgen ist. Es ist eine ununterbrochene Wasserspülung der Pissoirs dringend zu empfehlen.**«

Die Localitäten für das Gepäck, insbesondere für das Eilgut, die Postsachen etc. sind der Art im Stationsgebäude anzuordnen, dass die Ab- und Zufuhr von und nach dem Bahnhofe, sowie auch die Zu- und Abführung der zu befördernden Gegenstände aus diesen Räumen nach dem Perron, beziehungsweise nach den dafür bestimmten Wagen des Zuges auf die kürzeste und einfachste Weise erfolgen kann. Bei höher als das Strassenniveau gelegenem Bahnhofsplanum lassen sich diese Arrangements durch Bezug der Annahmeräume in gleicher Höhe der Strasse und Hebung der Gepäck- und Poststücke vermittelst Aufzugsvorrichtungen zweckmässig ausführen. Es empfiehlt sich nach der Zusammensetzung der Züge, bezüglich der Stellung der Gepäck- und Postwagen, auch die vorerwähnten Räume im Stationsgebäude anzuordnen und umgekehrt, damit der Verkehr auf dem Perron so wenig als möglich gehindert wird.

Eine Aenderung dieser Anordnung wird freilich durch jede in der Bahn liegende Kopfstation herbeigeführt werden, doch lassen sich diese Principien bei einer grösseren durchgehenden Linie stets, in manchen Fällen freilich nur durch die Anlage doppelter Gepäck-, Post- etc. Räume, zur Geltung bringen; auf Zwischenstationen wird auch durch Legung der Gepäck- etc. Räume in die Mitte des Stationsgebäudes geholfen werden können.

Die Rampe ist an ein nahe den Hauptgleisen gelegenes Nebengleis so zu legen, dass die beladenen Wagen rasch und auf dem kürzesten Wege den Zügen zugetheilt und auch ebenso von diesen nach den Rampen geschafft werden können.

Für diese Bahnhöfe genügen wenige Gleise, nämlich ein Gleis für den abgehenden und ein Gleis für den ankommenden Zug, sodann bei regem Verkehr ein Gleis für den später abgehenden und inzwischen zusammenzustellenden, auch wohl für einen zu überholenden Zug, und etwa ein solches für einen Reservezug; ausserdem einige Nebengleise für leere Wagen; sodann eine Drehscheibe, wenn möglich in der Richtung zwischen den Hauptgleisen und dem Locomotivschuppen gelegen, und eine Schiebebühne, Letztere zweckmässig im Niveau in Verbindung mit sämmtlichen Hauptgleisen und dem Wagenschuppen, um einem abgehenden Zuge so rasch als möglich die noch fehlenden Wagen zuführen zu können.

Die Perrons auf grösseren derartigen Stationen sind besonders ausgedehnt anzulegen, wobei sich für den Localpersonenverkehr neben dem Hauptperron zwischen den 6^{m},0 bis 8^{m} von Mitte zu Mitte entfernt zu legenden Gleisen die Anlage von Zwischenperrons empfiehlt. Die Perrons sowohl wie auch die Abfahrts- und Ankunftsgleise werden zweckmässig durch Hallen überspannt, für welche diejenige Construction den Vorzug verdient, welche Säulenstellungen zwischen den Gleisen und auf den Perrons nicht erforderlich macht.[48]) Desgleichen empfiehlt es sich, nahe den Letzteren die Halteplätze, beziehentlich die Vorfahrtstellen der Fuhrwerke, Droschken etc. anzuordnen und dieselben ebenfalls ausreichend breit zu überdachen, damit die Reisenden, ohne durch die Witterungsverhältnisse behindert zu werden, zu den Zügen, beziehungsweise den Droschken, Wagen etc. gelangen können.[49]) Die technischen Vereinbarungen bestimmen über die Breite und die Ueberdachung der Perrons und Gleise in

I. A b. § 71. »**Die Perrons in den Hallen und vor den Stationsgebäuden sind zweckmässig nicht unter 7^{m},500 breit anzulegen. Für Hauptbahnhöfe ist eine grössere Breite der Perrons zu empfehlen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 3^{m} von der Mitte des nächsten Gleises abstehen.**«
und in

I. A. b. § 75. »**Für die An- und Abfahrt der Personenzüge sind auf den grossen Bahnhöfen Hallen besonders zu empfehlen; demnächst sind bedeckte Perrons als angemessen zu bezeichnen.**«

Vielfach findet man auf englischen Bahnhöfen für den Personenverkehr die Droschkenplätze dicht neben die Ankunftsgleise gelegt und die Zu- und Abfuhrwege derselben bei einer Durchkreuzung der Gleise über oder unter die Letzteren hergeführt (Ueberbrückung oder Unterführung).

Für die Ausdehnung der Hauptperrons gelten mindestens dieselben Dimensionen, wie solche bei den Anfangs- und Endstationen als erforderlich angegeben sind; meistentheils wird jedoch eine grössere Breite, und zwar bis 12^{m} und noch darüber hinaus, für dieselben anzunehmen sein.

Die Länge dieser Bahnhöfe ist ebenfalls von dem Verkehr abhängig; sie wird jedoch selten mehr als 560^{m} betragen, für kleinere Stationen wird schon eine wesentlich geringere Länge ausreichend sein können.[50])

Die Zugänge zum Empfangsgebäude sind so anzuordnen, dass eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau nicht stattzufinden hat. Die Lage und die Gestaltung dieser Bahnhöfe, welche zuweilen auf einem sehr beengten Raume angelegt werden müssen, wird wesentlich von der örtlichen Umgebung beeinflusst. Die Zugänge zu den Empfangsgebäuden, sowie die Warte- und Expeditionsräume in denselben können eine verschiedene Höhenlage zum Bahnhofsplateau haben; sie liegen ausser in gleichem Niveau mit demselben entweder höher, wie bei unterirdischen Bahnen etc., oder tiefer,

---

48) Die grösste, ohne mittlere Unterstützung hergestellte überdeckte Bahnhofs-Halle ist diejenige auf der Midland Eisenbahn-Station in St. Pancras, welche 240 Fuss engl. (73^{m},20) weit, 689 Fuss engl. (210^{m},145) lang und 90 Fuss engl. (27^{m},45) über der Platform des Bahnhofes hoch ist.

49) Zweckmässig auf den grösseren Stationen der englischen Bahnen ausgeführt.
Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863, p. 607 ff.

50) Engineering 1868. II, p. 565. Metropolitan Railway. Länge und Breite der Stationen und Perrons, Steigungen in den Stationen etc.

wie dies bei oberirdischen Gürtelbahnen nicht selten bedingt ist.[51]). Bei einer verschiedenen Höhenlage der Warteräume zu den Perrons, beziehentlich den Gleisen, sind die Zu- und Ausgänge nach und von den Letzteren so anzulegen, dass die abfahrenden und ankommenden Passagiere sich nicht begegnen; letztere Anordnung wird hauptsächlich bei Bahnhofsanlagen der Gürtel- und Verbindungsbahnen in grossen Städten, welche zweckmässig nicht im Strasseniveau liegen, vortheilhafte Anwendung finden.

§ 11. Anordnung der Güterbahnhöfe. — Die Bewältigung des Güterverkehrs erfordert durch das Lagern der zu transportirenden Güter, sowie durch die Zusammenstellung und Theilung der Güterzüge grössere Bahnhofsanlagen, deren Längenausdehnung und Anzahl der Gleise von der Achsenzahl der zur Beförderung kommenden Züge und diese wiederum von den Neigungsverhältnissen der Bahnlinie abhängig ist. Sofern diese Bahnhöfe einen Theil einer grösseren Bahnhofsanlage eines verkehrsreichen Ortes bilden, werden sie, wie bereits erwähnt, zweckmässig ausserhalb desselben angelegt; der etwas längere Weg für den Transport der Güter von und nach dem Bahnhof wird selten so bedeutend sein, dass er als ein Missstand betrachtet werden kann und ein Näherliegen des Bahnhofs verlangt; auch können grössere gewerbliche Etablissements in oder nahe dem Orte leicht durch Gleise mit dem Bahnhofe verbunden werden. Beim Transport der Güter nach und von dem Bahnhofe fällt der durch das Auf- und Abladen entstehende Zeitaufwand mehr ins Gewicht als einige hundert Meter längere Fahrt.

Ueberhaupt empfiehlt sich eine solche Lage, welche leicht eine Vergrösserung, ohne vorhandene Anlagen zu beseitigen, zulässt, durch Fuhrwerke aller Art, ohne dass dieselben grosse Schwierigkeiten zu überwinden haben, zu erreichen ist und eine leichte Ueberladung zu und von den Letzteren gestattet. Im Zusammenhange mit anderen Güterstationen sind die Güterbahnhöfe in eine solche Höhenlage zu bringen, dass die verbindenden Gleise, wenn möglich, mässige Neigungen erhalten.

Eine Verbindung des Personenbahnhofes mit dem Güterbahnhofe ist ebenfalls durch zweckmässige Gleisanlagen herzustellen.

Eine Vereinigung grösserer Güterbahnhöfe verschiedener Bahnlinien zu einem Centralgüterbahnhof bietet für die raschere und sicherere Bewältigung des Güterverkehrs selten grosse Vortheile; bei dem fast stetig zunehmenden Verkehr werden einestheils die bestehenden Anlagen leicht unzureichend und wird eine Vergrösserung dann grössere Schwierigkeiten bereiten, anderentheils auch die Uebersichtlichkeit erschweren. Es

---

[51]) Unterirdische Bahnen in London. Engineering 1868.

Nouvelles annales de la construction. Jahrgang 1868, p. 82. Die Stationsgebäude der Ceinture-Bahn in Paris.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1867, p. 243. Pariser Bahnhöfe und die Pariser Verbindungsbahn, von Koch in Berlin.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1865, p. 57 und 173. Ueber Bahnhofsanlagen, resp. Stationsgebäude von grösseren Eisenbahnhöfen im südlichen Deutschland und in der Schweiz, von Römer, Berlin.

Organ etc. V. Band (1868), p. 1—5 und 50—55. Ueber englische Bahnhöfe, von K. Busse, Berlin.

Engineering 1866. Ueber Bahnhofsanlagen in England. Vortrag Mr. Humber's in der Institution of Civil Engineers.

The Engineer. 1865. Die Dubliner Verbindungsbahn.

The Engineer. 1865 et 1867. Die Pancras-Station der Midland-Bahn zu London.

Allgemeine Bauzeitung. Wien 1862, p. 201. Die unterirdischen Eisenbahnen in London.

empfiehlt sich eher, die verschiedenen Güterbahnhöfe nebeneinander zu legen und zur Ueberlieferung der Wagen und Güter besondere Uebergabegleise auf denselben zweckmässig anzulegen.

Die Beschaffenheit der zu transportirenden Güter ist von wesentlichem Einfluss auf die Einrichtung des Bahnhofes; Rohproducte bedürfen zur Lagerung nur freier unbedeckter Lagerplätze, während andere Güter in bedeckten geschlossenen Räumen zu lagern sind; sodann ist zu berücksichtigen, ob die Güter nur bis zum Eintreffen leerer Fahrzeuge zu lagern haben, also nur auf- und ab-, beziehentlich übergeladen werden, oder vor der Verladung zur Verzollung etc. verschlossen aufbewahrt werden müssen.

Für die ankommenden Güter sowohl als auch für die abgehenden errichtet man zweckmässig besondere Schuppen, welche entweder nebeneinander in gleiche Flucht und die zugehörigen Expeditionsräume dann zwischen beide Lagerräume gelegt werden, oder man stellt dieselben einander gegenüber und giebt einem jeden Schuppen besondere Bureauräume, im letzteren Falle liegen die Zu- und Abfuhrwege für Landfuhrwerke vortheilhaft zwischen beiden Schuppen.

Für die zu versteuernden Güter sind besondere Steuerrevisonsschuppen mit Expeditionsräumen erforderlich. (Auf Grenzbahnhöfen oder den Bahnhöfen der Städte, in welchen Schlacht- und Mahlsteuer erhoben wird.)

Die Lage der Güterschuppen zu den Schienengleisen gestattet verschiedene Anordnungen, entweder legt man die Letzteren auf die eine Langseite des Schuppens und auf die andere die Zu- und Abfuhrwege, eine bei den deutschen Bahnen grösstentheils vorkommende Anordnung, oder es werden einzelne Gleise in die Schuppen geführt und die Ueberladung der Güter im geschlossenen Raum bewirkt. Bei dieser Anordnung finden hauptsächlich Drehscheiben inner- und ausserhalb der Schuppen, zur Ueberführung der Wagen aus einem Gleis in das andere, Anwendung. Die Güter werden dann vom Eisenbahnfahrzeug direct auf das Landfuhrwerk und umgekehrt übergeladen; in diesem Falle liegen die Zu- und Abfuhrwege neben den Gleisen, oder es liegt zwischen den Letzteren und dem Wege für Fuhrwerke noch ein Perron, auf welchem die Güter bis zur Verladung lagern; die Ueberladung geschieht meistentheils durch Hebevorrichtungen, — hydraulische, Dampf- etc. Krahne.[52])

Die Ueber-, beziehentlich Umladung der Güter muss im trockenen Zustande, gegen Schnee und Regen geschützt, stattfinden können. Die Anordnung der Gleise vor-, beziehentlich in den Güterschuppen und auf den Lagerplätzen muss ein directes Verladen aus den Eisenbahnwaggons in die Schuppen und ebenso aus diesen, sowie aus den Ersteren in die Fuhrwerke und umgekehrt möglich machen. — Die Verbindung der verschiedenen Gleise untereinander hat auf die kürzeste und zweckmässigste Weise zu geschehen und die Zufuhrwege zu den Güterschuppen und Lagerräumen sind so zu legen, dass eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau durch die Fuhrwerke vermieden wird; bedingt die Anlage eines Zufuhrweges eine Durchschneidung der Gleise, so ist eine Führung desselben unter den Gleisen hindurch

52) Die Güterhallen der grossen Güterstationen auf den englischen Bahnen sind grösstentheils nach vorerwähnter Art in verschiedene Unterabtheilungen getheilt.

Engineering 1866. Ueber Bahnhofsanlagen in England, von Mr. Humber.

The Engineer. 1865. Die Güterstation der Midland-Eisenbahn zu Agar town in London.

Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. 1864, p. 334. Englische Bahneinrichtungen.

einer Ueberbrückung vorzuziehen, weil alsdann die Uebersichtlichkeit der Gesammtanlage weniger gestört wird. Liegen die Güterschuppen für ankommende und abgehende Güter in gleicher Flucht nebeneinander, so wird durch Einlegen einer Kreuzweiche in die beiden den Güterschuppen parallel und zunächst liegenden Gleise eine rasche und zweckmässige An- und Abfahrt der Züge ermöglicht (Gleisanlage vor den Güterschuppen auf Bahnhof Stuttgart, desgleichen vor dem bahnamtlichen und zollamtlichen Waarenmagazin auf dem Bahnhof Czernowitz der Lemberg-Czernowitz-Jassyer Eisenbahn etc.[53], Frachtenbahnhof Matzleinsdorf der Oesterreichischen Südbahn eine ausgedehnte Güterbahnhofsanlage mit Weichen- und Drehscheibenverbindung).

Der Bahnhof von St. Gereon zu Köln (Fig. 1 und 1a auf Taf. XLI), auf welchem sowohl mittelst des Weichen- als auch des Drehscheibensystems die Zu- und Abführung der Güterwagen zu und von den Güterschuppen und Lagerplätzen und das Rangiren stattfindet, enthält eine besonders erwähnenswerthe Central-Güterschuppen-Anlage (Fig. 2, Taf. XLI), bei welcher die Güterwagen über Drehscheiben auf vor den Güterschuppenthoren stumpf endigenden Gleisen zur Be- und Entladung zugeführt werden. — Es ist hierbei sowohl ein Be- und Entladen der Güterwagen vor Kopf- als auch zur Seite möglich. — Die Zu- und Abfuhrstrasse liegt auf der entgegengesetzten Seite der Gleise.[54]

Das beim Güterverkehr seither übliche Verfahren bezüglich des Zufahrens und Abholens der Güter erfordert fast durchweg ausgedehnte Dimensionen der Güterschuppen, welche durch ein rasches und zweckmässiges Befördern der Güter nicht unbedeutend verringert werden können. Es wird zur Vereinfachung des Güterverkehrs und seiner Anlagen wesentlich beitragen, wenn die Güter auf dem Bahnhofe gar nicht oder doch nur in seltenen Fällen kurze Zeit lagern und die Güterschuppen sowie der Bahnhof überhaupt weniger als Lagerräume betrachtet würden. Die Güterschuppen sollen nicht den Zweck haben, die mit der Bahn angekommenen Güter längere Zeit zu lagern, hierfür sind vielmehr besondere Lagerhäuser zu errichten; Letztere kommen auch wohl mit Ersteren der Art vereinigt vor, dass der untere Raum des Gebäudes Güterschuppen und die oberen Stockwerke Lagerräume sind: zuweilen sind diese Gebäude unterkellert und mit besonderen Aufzugs- und Hebevorrichtungen[55] versehen, welche die Güter direct aus den Wagen nach oben oder nach unten in die zur Aufbewahrung bestimmten Lagerräume führen.[56]

Grössere bedeckte Lagerräume für abgehende Güter können auf den Bahnhöfen vorkommen, welche z. B. einen bedeutenden Getreidetransport[57] etc. aufzunehmen

[53] Vierter Supplementband zum Organ für die F. d. E.-W. 1870. Sammlung bewährter Bahnhofsgrundrisse von den Bahnen des V. d. E.-V.

[54] »Die neuen Rangirmethoden im Vergleich zu dem alten Rangir-Verfahren mittelst alleiniger Anwendung der Locomotive auf horizontalen Gleisen.«

Bericht einer Commission der Oberbeamten des Norddeutschen Eisenbahn-Verbandes. Wiesbaden 1874.

Desgl. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1874.

[55] Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863, p. 613. Englische Eisenbahn-Einrichtungen.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1864. Reisenotizen über die Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen, von Tellkampf in Altona.

[56] Allgemeine Bauzeitung. Wien, Jahrgang 1867, p. 246. Hölzerne Güterschuppen mit Rollkrahn von Nepveu.

[57] Oesterreichische Eisenbahnen von K. v. Etzel. Bahnhof in Ofen. Wien.

haben; in diesem Falle erfordern dieselben nicht selten Magazine für mehrtägige Transportquantas.

Eine gleichmässige Entleerung der Güterbahnhöfe wird nur vollständig zu erreichen sein, wenn die Bahnverwaltungen auch die Zu- und Abfuhr der Güter direct oder indirect bewirken können.

Zur vollständigeren Ausnutzung der Transportgeräthe dürfte sich die auf mehreren englischen Bahnen eingeführte Einrichtung empfehlen, wobei der obere Theil der Wagen aus einzelnen genau zu einander passenden Kasten gebildet wird, welche sammt dem Inhalt von dem Bahnhofe abgeholt und demselben so auch wieder zugeführt werden. Das Ueberladen der Kasten von einem Transportgeräth zum anderen wird mittelst neben den Gleisen stehender Krahne in sehr kurzer Zeit bewirkt.[58]) Diese Einrichtung kann auch zweckmässige Anwendung finden bei sehr langen Transporten; es kann z. B. vortheilhafter sein, die Wagen auf einer bestimmten Station, von welcher dieselben wieder volle Rückfracht erhalten können, umzuladen, als dieselben weiter laufen zu lassen und später vielleicht zum Theil leer zurückfahren zu müssen.

Ueber die Bestimmungen der technischen Vereinbarungen über Güterschuppen und die Details der Construction vergl. das folgende Capitel § 36—42. — Hier ist im Allgemeinen nur Folgendes zu bemerken.

Die vorspringenden Theile der Güterschuppen, sowie die Lage der Ladebühnen, Rampen etc. zum Schienengleis und das Profil des Lademaasses sind nach dem im Jahre 1858 zu Triest bezw. zu Hamburg 1871 von dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen festgestellten Normalprofil des lichten Raumes für Bahnhöfe zu bemessen. (Siehe I. A. § 6 und 84 d. techn. V.)

Die Güterschuppen der deutschen Bahnen werden grösstentheils an ihren Langseiten mit Ladebühnen in Höhe des Fussbodens versehen, deren Breite auf der dem Gleise zugekehrten Seite des Schuppens zu $2^m,0$ und auf der entgegengesetzten Seite für das Anfahren der Landfuhrwerke zu $1^m,0$ zweckmässig angenommen wird (die Güterschuppen der französischen, englischen etc. Bahnen haben gewöhnlich keine vorspringenden Ladebühnen).

Die Schuppen zur Lagerung feuergefährlicher Gegenstände, Petroleum etc. sind an besondere Nebengleise — von den Güterschuppen entfernt — zu legen.

Wohnungen für dienstthuende Beamte etc. sind in unmittelbarer Nähe der Güterschuppen nicht anzulegen und deshalb auch die mit Letzteren zusammenhängenden Expeditionsräume nicht mit solchen zu verbinden.

Zur Verladung von Vieh, Pferden, Equipagen u. s. w., sowie auch solcher Producte, deren Verladung besondere Vorsicht erfordert, sind Rampen der Art anzulegen, dass, je nach der Grösse des Verkehrs, Wagen sowohl vor Kopf als auch zur Seite zugleich be- und entladen werden können. Vor die Kopfseite derselben legt man gewöhnlich eine Drehscheibe, von welcher je nach Erforderniss kurze todtlaufende Gleisstücke oder auch längere mit den übrigen Gleisen in Verbindung stehende Gleise auslaufen, so dass von der Drehscheibe aus die beladenen Wagen sofort in die dafür bestimmten Gleise geschoben und die zu beladenden aus anderen Gleisen zugeführt werden können.

I. A. b. § 81. »**Wagen- und Vieh-Rampen sind an Nebengleisen $1^m,120$**

[58]) Der Gütertransport auf den englischen Bahnhöfen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Jahrgang 1868, p. 739.

hoch über der Schienenoberkante und mit einer Neigung von höchstens $^1/_{12}$ so anzulegen, dass die Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden können. Ausserdem sind bewegliche Rampen zu empfehlen.«

Neben den Viehrampen und mit diesen in Verbindung werden auch wohl kleine eingefriedigte Plätze, zur einstweiligen Einstellung des zu verladenden Viehes vorgesehen, welche, je nachdem das Vieh längere oder kürzere Zeit einzustellen ist, offen oder überdeckt mit besonderen Zwischentheilungen angelegt werden; die Viehrampen selbst erhalten auf ihren oberen Flächen auch zuweilen Einfriedigungen, besonders wenn kleineres Vieh öfters zur Verladung gelangt. Die Rampen zum Verladen von Langhölzern sind länger und weniger breit als die gewöhnlichen Rampen herzustellen. (Vergl. XVII. Cap. § 4 und 5.) Auf grossen Stationen finden sich auch wohl besondere, theils überdeckte Rampenanlagen — offene Schuppen — zum Lagern von Gütern in Fässern oder solchen Gütern, welche kürzere Zeit, ohne Schaden zu leiden, der Witterung ausgesetzt werden können, oder auch zum Ein- und Ausschiffen des Militairs, Verladen der Kriegsmaterialien etc. Sollen dieselben für letzteren Zweck benutzt werden, so ist die Längenausdehnung nach der für den Militairtransport vorgeschriebenen Achsenzahl der Züge zu bemessen; zweckmässig sind dann am Kopf derselben Gleise in Verbindung mit Drehscheiben zu legen.

In der Nähe der Güter-, beziehentlich Lagerräume ist in einem Nebengleis, welches nicht durch Locomotiven und beladene Züge befahren wird, und auch vom Zufuhrwege aus leicht zu erreichen ist, zum Wiegen der Wagenladungen, eine Brückenwaage — Centesimalwaage — nebst zugehörigem Wiegehäuschen anzulegen, sowie über einem der Güterverkehrgleise ein Lademaass aufzustellen. Das Wiegehäuschen erhält gewöhnlich einen Flächenraum von $2^m,0$ auf $3^m,0$.

Ueber die Aufstellung eines Lademaasses und die Anlage der Brückenwaage[59] bestimmen die technischen Vereinbarungen wie folgt:

I. A. b. § 84. **»In der Nähe des Güterschuppens oder der Producten-Ladeplätze soll sich eine Vorrichtung befinden, mittelst welcher die Ladungen auf offenen Güterwagen, bezüglich des grössten zulässigen Ladeprofils zu controliren sind.«**

I. A. b. § 85. **»Auf jedem Haupt- und Endbahnhofe, sowie auf jedem wichtigeren Zwischenbahnhofe sind Brückenwaagen anzulegen, auf welchen sowohl Eisenbahnwagen als auch, wo es erforderlich, Fracht-Fuhrwerke bequem gewogen werden können.«**

Auf den Stationen grosser Städte, auf welchen grössere und öftere Viehtransporte vorkommen, werden Anlagen zur Einstellung des Viehes meist in grosser Ausdehnung erforderlich, zuweilen werden auch wohl für die Verladung des Viehes besondere Bahnhöfe angelegt[60], welche mit den zum Aufstellen und Rangiren der Züge erforderlichen Gleisen und den Gebäulichkeiten für den Verwaltungs- und Expeditionsdienst versehen sind. Ein solcher Bahnhof besteht aus einer grossen Rampe (Perron) und mindestens drei parallelen Gleisen, welche zur Aufstellung der Züge und der zu be-, beziehentlich entladenden Wagen, sowie zum Reinigen und Auswaschen derselben erforderlich sind. — Der Viehhof, welcher mit starker Einzäunung zu versehen ist,

[59] Organ V. Band 1868, p. 198. Notizen über Eisenbahnbrückenwaagen auf der Pariser Ausstellung, von E. Heusinger von Waldegg.

[60] London, Paris, Berlin etc.
Annales Industrielles. Paris 1869. Viehmarkt.

damit ein Durchbrechen des Viehes verhindert wird, enthält ein Eintreibungs- und ein Austreibungsthor, und bei längerem Stellen des Viehes ausser mehreren unbedeckten, stark eingezäunten Unterabtheilungen einen Brunnen nebst Trögen zum Tränken des Viehes. Der Hauptperron, welcher nach den tiefer gelegenen Viehbansen geneigt anzulegen ist, wird nach der in den technischen Vereinbarungen angegebenen Höhe der Rampen über Schienenoberkante hergestellt, die Stirnmauer desselben durch Platten abgedeckt und die Oberfläche gepflastert, chaussirt oder bekiest. Zur Ausgleichung der geringen Zwischenräume zwischen Wagen und Perronvorderkante werden für die Ueberladung des Viehes Bohlen vom Wagenboden nach dem Perron gelegt, sofern nicht die Seitentheile der Viehtransportwagen nach unten mit Charnieren (Klappthüren) zum Umlegen derselben auf die Perronoberfläche versehen sind.

Auf grösseren derartigen Anlagen sind besondere Vorrichtungen, wenn thunlich an seitwärts liegenden Gleisen, zum Desinficiren der Viehwagen herzustellen. Zur Verhütung einer Verschleppung von Viehseuchen, beziehungsweise zur Ausführung einer wirksameren Desinfection nach stattgehabtem Transport verseuchten Viehes empfiehlt es sich, die Oberfläche des Hauptperrons nicht zu chaussiren oder zu bekiesen, sondern mit enganeinanderliegenden dichtgefugten Steinplatten zu belegen, sowie die Schienen nicht auf Holzschwellen, sondern auf Steinwürfel zu legen oder eisernen Oberbau zu verwenden. (Kochendes Wasser, Wasserdampf, Chlor werden zum Desinficiren verwandt.)

Fig. 6, Tafel XXXIX stellt derartige Bahnhöfe für zwei nebeneinanderliegende, verschiedenen Verwaltungen unterstehende Bahnen, der Preussischen Ostbahn und der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn bei Rummelsburg, dar.[61]) Ausser den beiden durchgehenden Hauptgleisen sind noch für jede Anlage drei besondere Gleise angelegt, von denen das den Hauptgleisen zunächst liegende mit diesen verbunden und bis zum Bahnhof Berlin fortgeführt ist, um entladene oder zu beladende Züge direct von und nach der Station schaffen zu können, ohne den Verkehr auf den Hauptgleisen zu beeinträchtigen.

Die Lagerplätze zum Entladen im Freien, hauptsächlich für Rohproducte angelegt, müssen für Fuhrwerke leicht zugänglich sein, und sind, sofern mehrere Ladegleise nebeneinander liegen, die Entfernungen derselben von einander so gross anzunehmen, dass die Fuhrwerke zwischen den verschiedenen Gleisen laden können; zweckmässig verbindet man die nebeneinanderliegenden Gleise an den Enden, damit die entleerten Wagen durch das andere Gleis zurückgeführt werden können. Für grössere Güterstationen empfiehlt es sich, die Zu- und Abfuhrwege zu den unbedeckten Lagerräumen etc. zwischen die Gleise der Art anzuordnen, dass zwischen je zwei oder drei nebeneinanderliegenden Gleisen ein Weg für die An-, beziehentlich Abfuhr liegt; das mittlere Gleis ist dann zum Ueber-, in einzelnen Fällen auch wohl zum Umladen der Güter der einzelnen Wagen oder für die Aufstellung der in den nebenliegenden Gleisen ent- oder beladenen Wagen zu benutzen, während die äusseren zum directen Verladen zwischen Eisenbahnfahrzeug und Landfuhrwerk dienen. Zum Ver-, bezw. Ueberladen einzelner schwerer Stücke ist die Aufstellung eines beweglichen, auf festem Gerüste stehenden Laufkrahnes über ein oder mehrere nebeneinanderliegende Nebengleise des Güterverkehrs, welche zunächst dem Zufuhrwege oder Lagerplatze liegen, oder eines feststehenden Drehkrahnes zu empfehlen (auf vielen

---

[61]) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. IV. Band (1867), p. 255 u. 423. Ueber die Anlagen von Bahnhöfen, die besonders für grösseren Verkehr mit Schlachtvieh bestimmt sind.

Bahnhöfen bedient man sich hierzu kleiner Drehkrahne, welche auf kleinen auf den Schienen laufenden Wagen befestigt sind).

I. A. b. § 83. »**Für die Verladung schwerer Gegenstände sind feste oder transportable Krahne zu empfehlen. Auch ist die Anbringung von Krahnen an einigen Ladethoren der Güterschuppen zweckmässig.**«

»**Die Krahne sind mit der zulässigen Maximalbelastung zu bezeichnen und periodisch zu revidiren.**«[62])

Ueber die Krahne und Ladevorrichtungen selbst vergl. 4. Bd., III. Capitel.

Die Lagerplätze können im Niveau der Schienen, höher oder tiefer als dieselben, liegen, die Beschaffenheit und Art der Ueberladung der zuzuführenden oder abzuholenden Producte ist hierauf von Einfluss.

Die Güter der Bahnen mit kleinerer Spurweite, z. B. von Fabriken, gewerblichen Etablissements, Bergwerken, Hütten etc., welche auf den Güterstationen umzuladen sind, bedingen gewöhnlich eine verschiedene Höhenlage der verschiedenspurigen Gleise.[63])

Ausser den Güterschuppengleisen zum Auf-, beziehentlich Abladen der Güter sind noch Nebengleise für die Aufstellung der Güterzüge, der Reservewagen etc. erforderlich, deren Zahl von der Grösse der Station abhängig ist. Auf den Nebengleisen werden die Züge getheilt und entweder den Güterschuppen oder den Plätzen für den Rohproductenverkehr oder den Laderampen zugeführt. Die Längenausdehnung derselben hängt, ausser der Länge der Güterzüge, auch von der Art der Gleisverbindungen untereinander ab. Diese können entweder durch Drehscheiben, Schiebebühnen etc. oder durch Weichen hergestellt werden; bei der ersteren Art können die Wagen einzeln, bei der letzteren mehrere derselben zusammen nach ihrem Bestimmungsorte befördert werden. Die Anwendung der Drehscheiben und Schiebebühnen mit versenkten Gleisen in Hauptgleisen, beziehentlich solchen Gleisen, welche öfter mit Locomotiven befahren werden, ist soviel als thunlich zu vermeiden.

I. A. b. § 72. »**In durchgehenden Hauptgleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig.**«

Das in Deutschland noch vorherrschend in Anwendung befindliche System

---

[62]) In der Versammlung der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen zu München ist auf die Frage C Nr. 3:

»Welche Erfahrungen sind über die Wirkungen der Lade-Vorrichtungen auf das Ladegeschäft der Güterbahnhöfe erzielt?«

folgender Beschluss gefasst worden:

a. Für den gewöhnlichen Verkehr haben die bekannten Ladeperrons, Laderampen und Rollkarren ausgereicht.

b Für schwere Gegenstände sind Krahne, besonders feststehende, von Menschenkraft bewegte eiserne Drehkrahne von 30 bis 300 Ctr. Tragfähigkeit von grossem Vortheil.

c. Für lebhaften Quai-Verkehr sind die Dampf- und hydraulischen Krahne den durch Menschenkraft bewegten, und die beweglichen Dampfkrahne den feststehenden vorzuziehen, weil erstens der Förderungseffect ein grösserer und zweitens die Ausnutzung der Quai-Anlageplätze eine bessere ist. Hervorzuheben ist noch, dass sämmtliche Krahnanlagen grosse Ersparniss an Zeit und Arbeitskraft herbeiführen, die Eisenbahn-Fahrzeuge vermöge der Verladung von oben herab sehr conserviren und den Arbeitern die nöthige Sicherheit bei Verladung schwerer Gegenstände verschaffen.

[63]) Broelthalbahn — Engineering 1869, p. 165.

zum Ueberführen der Wagen aus einem Gleise in das andere ist dasjenige der Weichen, und unterscheidet man hiernach auf grösseren Stationen folgende Gleise.[64])

1. Gleise zum Aufstellen ganzer Züge 600 bis 750^m lang.
2. Gleise zum Trennen und Zusammenstellen der Züge 190—230^m lang.
3. Gleise für den Güterschuppenverkehr.
4. Gleise zum Entladen im Freien, insbesondere für die Entladung der Rohproducte.

Ausserdem ist noch für die Gleise zum Theilen und Zusammenstellen der Züge ein mit diesen verbundenes längeres Gleis, das sogenannte Ausziehegleis, zum Vorziehen der Züge neben den Hauptgleisen anzulegen.

Fig. 1, Tafel XXXVII ist ein Güterbahnhof einer Bahnlinie, und zwar unter besonders schwierigen localen Verhältnissen angelegt, das Bahnhofsplanum ist durch die Befestigung des Ortes in seiner Ausdehnung beschränkt; der Hauptaustausch der Güter findet durch den Wassertransport statt. Der Güterverkehr liegt auf einer Seite der Hauptgleise und ist für die Güterschuppen in der Weise eingerichtet, dass die Gleise nur auf einer Seite der Schuppen liegen. Zwischen den Güterschuppen und Ladeperrons ist der Raum für die Zu- und Abführung der Güter durch Landfuhrwerk, während für den Wasserverkehr ein am Ufer und vor den Steuerschuppen entlang führendes Gleis durch eine Drehscheibe mit den übrigen Bahnhofsgleisen verbunden ist. Die Zusammensetzung und Theilung der Züge geschieht theils auf die gewöhnliche Weise mittelst Weichenstrassen und kann anderentheils durch eine auf der Mitte des Bahnhofes sich bewegende Dampfschiebebühne ausgeführt werden.

Literatur.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. I. Band (1864), p. 24, 66, 106, 144 u. 194.
Reisenotizen über die Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen. W. Tellkampf. Altona.
Organ etc. V. Bd. (1868), p. 1—5 u. 50—55. Ueber englische Bahnhöfe. K. Busse. Berlin.
Wochenblatt des Berliner Architecten-Vereins (Deutsche Bauzeitung) 1867. Der Bau des neuen Central-Güterbahnhofes zu Stettin.
Organ etc. V. Band (1868), p. 26. Die Dampfkrahne auf der neuen Kaianlage in Hamburg von G. Gruson. Hamburg.
Allgemeine Bauzeitung. Wien 1861, p. 255. Doppelte Dampfwinde auf dem Bahnhofe von Bercy zu Paris für zwei übereinanderliegende Waarenhallen von Leconte und Delpech.
Organ III. Band (1866), p. 231. Rollkrahn mit Dampfmaschine zum Verladen von Gütern von Quillacq in Anzin.
Daselbst p. 156. Eiserner Fahrkrahn von Elias. Amsterdam.
Organ V. Band (1868), p. 149. Krahne und Umladevorrichtungen auf der Pariser Ausstellung von Heusinger v. Waldegg.
Deutsche Bauzeitung 1872—1876. Die Eisenbahn (chemin de fer) 1876. Zeitschrift für Bauwesen 1873—1876.

§ 12. Die Anordnung der Rangirbahnhöfe hängt mit derjenigen der Güterbahnhöfe zusammen und sind die Ersteren eigentlich nur als ein Theil der Letzteren zu betrachten.

Auf kleinen Stationen oder auch solchen von mittlerer Grösse bilden die Gleise zum Rangiren eine in sich abgeschlossene, meist neben den Güterverkehrgleisen gelegene und mit diesen verbundene Gleisgruppe — also einen Theil der Bahnhofsanlage —, während auf grossen Stationen gewöhnlich eine vollständige Trennung des Güter- von dem Rangirbahnhofe in der Weise stattfindet, dass Letzterer auf einem,

[64]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1867, p. 414. Anordnung etc.

von dem Ersteren durch eine Strecke freies Gleis geschiedenen Terrain angelegt wird. Wenn auch eine solche Trennung des Rangir- und Güterbahnhofes die Uebersichtlichkeit über die Gesammtbahnhofsanlage erschwert und die Anlagekosten des Letzteren vertheuern kann, so wird dieselbe bei Bahnhofsanlagen innerhalb des Weichbildes der Städte, in Festungen etc. wegen des gewöhnlich nicht ausreichend vorhandenen Terrains nicht zu umgehen sein, sondern sogar nothwendig werden. Bei einer partiellen Sonderung der Güterverkehr- und Rangirgleise liegen die Letzteren gewöhnlich parallel oder auch je nachdem der für dieselbe in Aussicht genommene Flächenraum dies bedingt, geneigt (unter einem Winkel) zu den Ersteren und enden, durch Weichen untereinander verbunden, in ein längeres Gleis, das sog. Ausziehgleis — Rangirkopf —, dessen Länge nach demjenigen der grössten auf der Bahnlinie sich bewegenden Güterzüge bemessen wird.

In nachstehend angedeuteter Weise (Fig. 8, 9 und 10) werden gewöhnlich die Rangirgleise mit den Güterverkehrgleisen zur Anwendung gebracht; in Fig. 10 werden neben den Weichen noch Drehscheiben zum Rangiren benutzt.

Fig. 8.

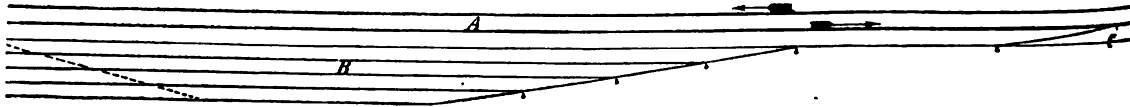


Fig. 9.

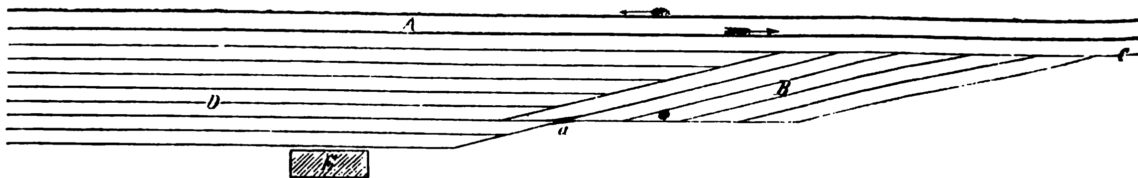
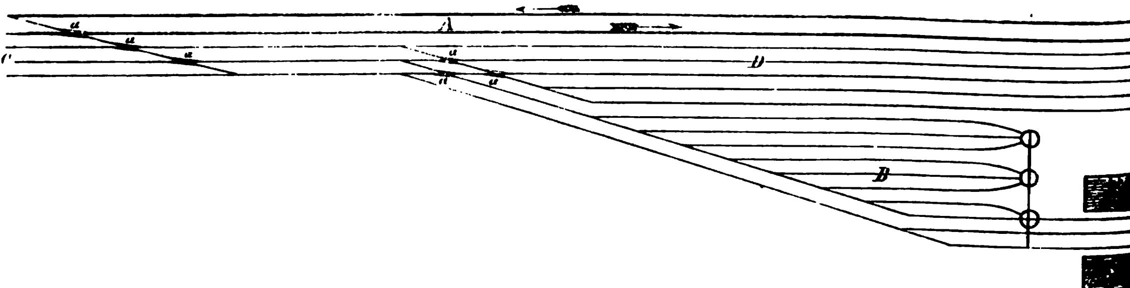


Fig. 10.



a sind engl. Weichen. *A* Hauptgleise. *B* Rangirgleise. *C* Ausziehegleise. *D* Gleise für Güterzüge. *E* Güterschuppen.

In der Versammlung der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen zu München (1868) ist die Frage: »Ist es zweckmässig, bei grossen Bahnhofsanlagen die Güter- und Rangirbahnhöfe zu trennen«, folgendermaassen beantwortet. Für End- und Zwischenbahnhöfe einer Bahnlinie, sowie für diejenigen gemeinschaftlichen Bahnhöfe mehrerer Bahntracen (Trennungsbahnhöfe), welche bedeutenden Localverkehr haben, ist eine Trennung der Güter- und Rangirstationen nur insoweit zu empfehlen, als für die beiden Dienstzweige des Güterverkehrs und des Rangirgeschäfts besondere Gleiscomplexe angeordnet werden, die jedoch in directe, nahe und übersichtliche Verbindung mit einander zu bringen sind, während eine totale Absonderung des Rangirbahnhofes vom Güterbahnhofe

nur für diejenigen Trennungsbahnhöfe zweckmässig ist, welche bei grossem Transito nur einen geringen Localverkehr haben.

Die Zahl der einzelnen Rangirgleise ist nach der Anzahl der Stationen zu bemessen, welchen für gewöhnlich Wagenladungen zugeführt werden, und ihre Längen sind der Gesammtlänge der Letzteren entsprechend zu bestimmen (siehe § 11); ausserdem bestimmt sich die Längenausdehnung der Rangirgleisanlagen durch das anzuwendende Rangirsystem, denn bei Anwendung der Weichen zum Rangiren müssen die Gleise eine längere Ausdehnung erhalten, als bei derjenigen mit Drehscheiben etc. Die Ersteren werden bis jetzt noch vorwiegend auf den Bahnhöfen der deutschen Bahnen zum Rangiren benutzt. Einer allgemeinen Einführung der Drehscheiben zum Rangiren stehen die ungleichen und theils noch zu grossen Radstände der verschiedenen Güterwagen hindernd im Wege. Auf einen annähernd gleichen Radstand der Güterwagen ist hinzuwirken. Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber am Schluss des I. B. c. § 135: »**Für den Radstand der Güterwagen ist ein kleineres Maass als 2^m,500 zu vermeiden und das Maass von 4^m,000 in der Regel als Maximum anzusehen.**«

Für Wagen mit Radständen von 4^m,0 sind Drehscheiben von 4^m,2 bis 4^m,5 Durchmesser ausreichend gross[65]) und gestattet diese Grösse noch eine Verwendung derselben in den nebeneinanderliegenden Gleisen der Bahnhöfe.[66]) —

Das auf den Bahnhöfen der deutschen Eisenbahnen hauptsächlich übliche Rangirsystem ist dasjenige des Abstossens oder Absetzens. Die Maschine theilt hierbei den Zug, indem sie die einzelnen Wagen durch Abstossen oder Absetzen den verschiedenen zur Aufnahme derselben bestimmten Gleisen zuführt.[67]) Die Rangirgleise sowie das Ausziehegleis liegen entweder in der Bahnhofshorizontalen beziehungsweise deren Verlängerung oder das letztere in einer Neigung, welche stärker ist als der Ruhewinkel der Fahrzeuge, so dass nur die einzelnen Wagen vom Zuge abgehängt zu werden brauchen und durch ihre eigene Schwere den verschiedenen Gleisen zugeführt werden. Durch diese Art des Rangirens sind namentlich auf Bahnhöfen der sächsischen Bahnen sehr günstige Resultate erzielt worden.

Die ansteigenden Ausziehegleise erhalten Neigungen zwischen 1 : 80 bis 1 : 200; eine Neigung von 1 : 120 wird als die zweckmässigste bezeichnet werden können.

Die technischen Vereinbarungen enthalten in I. A. b. § 53 die Bestimmung: »**Für Ausziehegleise ist eine Neigung von 1 : 80 zulässig.**« Die Commission der Oberbeamten des norddeutschen Eisenbahnverbandes fasst in ihrem veröffentlichten Bericht (siehe Organ für die Fortschritte etc. 1874) ihre Beobachtungen und Erörterungen über die neueren Rangirmethoden wie folgt zusammen: »Für das grosse Rangirgeschäft auf Hauptstationen sind Ablaufgleise als die leistungsfähigste, billigste und sicherste Einrichtung zum Rangiren im Grossen zu empfehlen.«

»Vor grossen Güterhallen, Productenplätzen etc. sind Dampfschiebebühnen

---

[65]) Auf den Bahnhöfen der französischen Bahnen haben die Drehscheiben selten einen grösseren, meistentheils sogar einen geringeren Durchmesser.

[66]) Siehe Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1872. Fortsetzungen, betreffend gewisse Haupt-Abmessungen und Constructionstheile insbesondere für die Untergestelle und Achsen bei den Wagen verschiedener Kategorien der unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen. (Circular-Verfügung des Handelsministers vom 28. November 1871.)

[67]) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. Jahrgang 1866, p. 357. Ueber das Rangiren auf den Bahnhöfen. (Bericht der Generalversammlung der Techniker zu Dresden.)

zweckmässig, um mit geringen Kosten eine rasche Wagenauswechselung zu bewerkstelligen.«

»Für Umladestationen im grossen Verkehr bieten Drehscheibensysteme ein noch vollkommeneres Mittel zur raschen Ab- und Zuführung der beladenen resp. leeren Wagen und sind unter Umständen durch dieselben grosse Vortheile für den Betrieb, insbesondere gute Wagenausnutzung zu erreichen.«

»Das Studium der englischen Bahnhofseinrichtungen, der Drehscheibensysteme mit Drehung und Zuführung der Wagen durch mechanische Kräfte (capstans), der Verladeeinrichtungen etc. kann nicht genug empfohlen und manches Gute von dort auch auf die deutschen Bahnen übertragen werden.«

»Damit das Bremsen mit dem Knittel unnöthig werde, muss jeder Güterwagen baldmöglichst mit einer Hebelbremse versehen werden.«[68])

Vergl. C. Köpcke, Ueber Rangiren mit Benutzung eines ansteigenden Ausziehegleises, im Organ 1871, 2. und 3. Heft.

Das Rangiren geschieht entweder mittelst gewöhnlicher Locomotiven oder besonderer Tendermaschinen. Zur Erlangung mehrerer Ausziehegleise auf beschränktem Bahnhofsterrain legt man zweckmässig mittelst der sogenannten englischen Weichen eine Weichenstrasse durch die verschiedenen Rangirgleise[69]), oder man bildet zum Rangiren einzelne Gleisgruppen, indem man aus einem Gleise mehrere Gleise unter gleichen oder verschiedenen Neigungen zu einander abzweigt. Auf mehreren Bahnhöfen, auf welchen die Rangirgleise durch eine Weichenstrasse mittelst englischer Weichen verbunden sind, soll die Erfahrung gemacht sein, dass beim Rangiren leicht Entgleisungen in den englischen Weichen vorkommen. Beim Rangiren mittelst der in den Rangirgleisen liegenden Drehscheiben sind verschiedene Anordnungen in Bezug auf die Lage der Drehscheiben zu den Gleisen möglich, entweder mehrere Gleise werden auf einer Drehscheibe vereinigt, oder in jedem der parallelen Rangirgleise liegen Drehscheiben, und zwar können dieselben in einer zu den parallelen Gleisen senkrechten Lage dicht nebeneinander oder in einer geneigten Lage zu denselben liegen; bei den letzteren Anordnungen werden die Drehscheiben untereinander durch kurze Gleisstücke verbunden und gestatten die Anlage von Drehscheiben von verschiedenem Durchmesser, bei parallel dicht nebeneinander liegenden Drehscheiben bis zu $4^m,0 - 4^m,2$ und bei geneigt zu einander geordneten bis zu $4^m,5 - 5^m,0$ Durchmesser.

Eine andere Art des Rangirens ist diejenige mittelst Drehscheiben und Schiebebühnen, wobei diese ohne versenktes Gleis im Niveau angewandt werden; — die Schiebebühne au niveau wird auch allein zum Rangiren benutzt, unter Anwendung von Menschenkraft, hydraulischer Kraft[70]) oder Dampf etc.[71])

---

[68]) Die letzte Bemerkung bezieht sich auf das mittelst Knittel stattfindende Bremsen der Güterwagen beim Rangiren unter Anwendung eines geneigten Ausziehegleises auf den sächsischen Eisenbahnen.

[69]) Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1867, p. 414. Anordnung von Bahnhofsanlagen betreffs des Rangirens der Güterzüge, von Koch. Berlin.

[70]) Auf den Bahnhöfen der englischen Bahnen werden vielfach die Schiebebühnen zum Rangiren benutzt und durch hydraulische Kraft bewegt (Paddington Station der Great Western Eisenbahn).

[71]) Exter'sche Dampfschiebebühne zum Rangiren auf den Bahnhöfen in Würzburg, Stettin und Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn in Anwendung. Organ etc. V. Bd. (1868), p. 48.

Organ III. Band (1866), p. 49. Schiebebühne im Niveau von 38 Fuss Länge mit hydraulischer Hebevorrichtung auf dem Bahnhofe Stettin, von Stein. (Stettin.)

Siehe in Fig. 1, Tafel XXXVII die Dampfschiebebühnenanlage *t* auf dem Central-Güterbahnhofe Stettin der Berlin-Stettiner Eisenbahn und in Fig. 2, Tafel XL die mit *O* bezeichnete auf dem Aussenbahnhofe Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

Welche Methode des Rangirens die zweckmässigste, d. h. die billigste und den geringsten Zeitaufwand erfordernde ist, darüber sind die Ansichten der Eisenbahn-Verwaltungen noch getheilt, obwohl man sich in neuester Zeit der Rangirmethode mit ansteigendem Ausziehegleise zuwendet. Es liegt im allgemeinen Interesse und ist für eine zweckmässige Gestaltung der Bahnhöfe von grossem Werthe, wenn diesem Gegenstande auch ferner besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Die bedeutende Ausdehnung unserer Bahnhöfe in den letzten Jahren und die hierdurch herbeigeführte Erschwerung des Betriebes lassen es andererseits erwünscht erscheinen, dass Drehscheiben und Schiebebühnen au niveau eine grössere Verbreitung auf unseren Bahnhöfen erhalten. Es wird dies freilich nur durch Veringerung des Radstandes der Güterwagen, welche gegenwärtig auch von der grösseren Zahl der Eisenbahntechniker angestrebt wird, zu erreichen sein.

Ueber die Frage: »Welche Erfahrungen sind in neuerer Zeit über das Rangiren der Güterwagen mit Schiebebühnen gemacht und welche Construction der Schiebebühnen ist am meisten zu empfehlen«, hat sich die Conferenz der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen wie folgt ausgesprochen: »Oberirdische Schiebebühnen (ohne versenktes Gleis) nach Dunn'scher und ähnlicher Construction sind auf einer grösseren Zahl von Bahnen zwar vorhanden, werden aber wegen ihrer schweren Beweglichkeit und wegen der bei der Verstellung beladener Wagen erforderlichen grossen Bedienungsmannschaft zum Verstellen und Rangiren der Güterwagen sehr wenig benutzt. Die auf dem Bahnhofe Altona in Anwendung befindliche Schiebebühne nach Nollau's Construction[72]), welche mittelst eines Räder-Vorgeleges in Bewegung gesetzt wird, kann für kleinere Bahnhöfe oder bei mässiger Frequenz empfohlen worden, dagegen die auf dem Bahnhofe Würzburg zum Rangiren der Güterzüge benutzte Dampfschiebebühne nach Exter's Construction[73]) zur Anwendung auf grossen Bahnhöfen, namentlich bei Güter-Rangir-Bahnhöfen.«

Strassen oder auch nur Wege von untergeordneter Bedeutung über die Rangirgleise zu führen, ist unbedingt zu vermeiden.

In Fig. 2 auf Tafel XXXVIII sind die Rangirgleise (9—13) als eine besondere mit den übrigen Gleisen in einfacher Verbindung stehende Gleisgruppe zu ersehen.

Die Verbindung der Rangirgleise mit den beiden durchgehenden oder Hauptgleisen wird in vielen Fällen zur Vereinfachung der Gleisanlagen durch eine Weiche nach jeder Richtung zur Benutzung durch die ankommenden und abgehenden Züge hergestellt werden müssen.

§ 13. Bahnhöfe in Verbindung mit Canälen, Flüssen, Häfen, Berg- und Hüttenwerken. — Die Bahnhöfe dieser Art sind nach der Anordnung der Güterbahnhöfe anzulegen; die Anlagen, welche für die Letzteren erforderlich sind, müssen ebenfalls bei jenen, wenn auch in anderer Form und in einer anderen Lage zu einander, ausgeführt werden.

Die Wasserfläche der Canäle, Flüsse, Häfen etc. ist den Lagerplätzen, beziehentlich Strassen der Bahnhofsanlagen im Landverkehr gleich zu achten, nur mit dem Unterschiede, dass das Ueberladen der Güter von den Eisenbahntransportmitteln zu den Schiffen und umgekehrt wegen der höheren Lage der Bahnhofsfläche meisten-

---

[72]) Vergl. XII. Capitel, p. 629 und Tafel XXXIII, Fig. 2.

[73]) Siehe Abbildung und Beschreibung auf p. 630 des vorigen Capitels.

Organ III. Band (1866), p. 30. Schweizerische polytechn. Zeitschrift 1865, p. 1. Drehscheiben-Locomobile im Bahnhof Zürich, von Krauss. Zürich.

theils durch künstliche Hebevorrichtungen, Krahne etc. zu bewirken ist.[74]) Die Gleise und die Güterschuppen sind deshalb so nahe als möglich dem Wasser zu legen und zur Befestigung derselben verticale oder annähernd verticale Kaimauern nach der Wasserseite aufzuführen, welche ausserdem noch zur Aufstellung der Krahne etc. und zur Aufnahme der Vorrichtungen zum Befestigen der Wasserfahrzeuge zu dienen haben. Fig. 1, Tafel XXXVII zeigt auf der nordwestlichen Seite des Bahnhofes die Anordnung, das Ueberladen der Güter vom Wasser zur Bahn und umgekehrt, mittelst Krahnen von verschiedener Tragfähigkeit zu bewirken und ausserdem eine Rampenanlage zum Ausladen der Locomotiven etc.

In vielen Fällen werden auf solchen Bahnhöfen zugleich Schuppen für zu versteuernde Güter — steuerfreie Niederlagen etc.[75]) — zu errichten sein, welche dann nach der Art der Lagerhäuser ein- oder mehrstöckig aufgeführt werden und mit Hebe- und Aufzugsvorrichtungen zu versehen sind, damit ein directes Ueberladen vom Schiff zum Schuppen und umgekehrt, sowie in dem Letzteren selbst, stattfinden kann. Diese Gebäude werden im nächsten Capitel, § 46—48, ausführlicher besprochen.

Das Ueberladen von Rohproducten, z. B. Kohlen, Steinen etc. von den Wagen zu den Schiffen geschieht entweder mittelst Sturzgerüste, welche an die von den Bahnhofsgleisen nach den Schiffen führende geneigte Fläche anschliessen und die Wagenladungen durch Trichter, beziehentlich trichterförmig geneigt liegende Rinnen, dem Schiffsraum (Schiffsluken) zuführen oder durch Krahne, vermittelst eiserner Gefässe (Kübel), welche entweder mit beweglichem Boden oder zum Umkippen construirt sind oder durch andere mechanische Vorrichtungen der Art, dass das obere Plateau des Gerüstes, auf dem der beladene Wagen zu stehen kommt, bis zum Schiffe gesenkt oder auch geneigt gestellt wird und dann erst die Ausladung stattfindet; der Boden der Wagenkasten ist hierbei mit leicht zu öffnenden Klappen zu versehen.[76]) Die Gleise werden hierbei entweder auf den Kaimauern oder sie werden, besonders bei wechselndem Wasserstand oder zu flachem Wasser, auf Piers, welche zur Aufnahme für mindestens zwei Gleise hergestellt werden, dem Schiffe nahe geführt, so dass eine Ueberladung vom Wagen zum Schiff und umgekehrt stattfinden kann. Von diesen Vorrichtungen wird im 4. Bande III. Capitel weiter die Rede sein.

Die Höhenlage dieser Bahnhöfe ist, wenn möglich, nur einige Fuss über dem höchsten bekannten Wasserstand anzunehmen und die Gleisanlagen derselben sind so einzurichten, dass die beladenen Wagen in horizontalen oder geneigt liegenden Gleisen dem Schiffe einzeln zugeführt werden und nach dem Entleeren auf besonderen, mit den Hauptgleisen in Verbindung stehenden Nebengleisen zu einem Zuge zusammengestellt werden können.[77])

---

[74]) Organ etc. V. Band (1868), p. 26. Die Dampfkrähne auf der neuen Kaianlage in Hamburg, von G. Gruson. Hamburg.

[75]) Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Jahrgang 1860. — Die steuerfreie Niederlage zu Harburg von C. Köpke.

[76]) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. X. Band, 1. Lieferung. — Verladevorrichtungen in den englischen Häfen.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863, p. 615. Ueber die Verladevorrichtungen von Kohlen in Seeschiffe auf den Eisenbahnen in den englischen Häfen.

The Engineer. 1861. Hydraulisches Kohlen-Sturzgerüst.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1866, p. 362. Beschreibung der Kohlensturzbahn im Hafen von Saarbrücken.

[77]) Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1863, p. 615—620. Englische Eisenbahn-Einrichtungen.

In die Gleise, welche die beladenen Wagen nach der Abladestelle durchlaufen müssen, werden zweckmässig die Brückenwaagen zur Feststellung des Gewichtes der zu transportirenden Massen gelegt.

Vortheilhaft werden auf diesen Bahnhöfen selbstthätige Weichen in den Hauptgleisen angewandt und dieselben so gelegt, dass die beladenen Wagen niemals gegen deren Spitze zu fahren brauchen.

Eine andere Art der Ueberführung der Güter von der Eisenbahn nach den Wasserfahrzeugen wird ohne Um- oder Ueberladung durch die directe Beförderung der beladenen Eisenbahntransportmittel zu und von den Schiffen mittelst der Locomotive bewirkt — Trajectanstalten —, in diesem Falle ist der Wasserlauf nur dazu bestimmt, die Eisenbahn auf eine längere oder kürzere Entfernung zu ersetzen und die Fahrmittel der Bahn einer anderen Bahn zum Weitertransport zuzuführen. Die Eisenbahnfahrzeuge werden auf einer zwischen dem Bahnhofe und der Wasserfläche herzustellenden schiefen Ebene, welche an ihrem Ende mit einer, je nach der Höhe des Wasserstandes beweglichen verstellbaren Landungsbrücke versehen ist, zu und von den Schiffen geführt, oder die Verbindungsbahn zwischen dem Bahnhof und dem Anlegeplatz der Schiffe wird horizontal angelegt, die Wagen werden auf eine Platform gefahren und mit derselben gehoben oder gesenkt, je nachdem dieselben vom Schiff zur Bahn oder umgekehrt übergehen sollen. Die Platform kann entweder auf dem Schiffe befindlich oder eine besondere Anlage sein, welche zwischen der Bahn und dem Schiffe liegt.[78]

Der Transport der Eisenbahnfahrzeuge auf der schiefen Ebene kann entweder durch stehende Maschinen oder durch Locomotiven bewirkt werden; bei Anwendung der Letzteren wird die Neigung der schiefen Ebene vortheilhaft nicht unter 1 : 40 anzunehmen sein.

Derartige Anlagen sind seither fast durchweg nur für Gütertransport benutzt worden. In dem letzten Capitel dieses Bandes werden diese Anstalten ausführlicher behandelt.

Ausser den für den Verkehr auf dem Bahnhofe erforderlichen Gleisen, Rangirgleisen etc. sind Nebengleise in ausreichender Zahl anzulegen, damit bei einer eintretenden Stockung der Beförderung mittelst des Trajectes (etwa bei starkem Eisgange etc.) die sich ansammelnden Wagen gestellt werden können, ohne den Betrieb zu belästigen.

Der Zusammenhang dieser Bahnhöfe mit den Strassen etc. ist wegen ihrer meist

---

78) Zeitschrift für praktische Baukunst. Jahrgang 1864. Heft 4—12. Reisenotizen über engl. Kohlenhäfen und Sturzgerüste, von H. Tellkampf.

Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Band XII. Heft 1—4. Hohenstorf-Lauenburger Elbtrajectanstalt, von G. Meyer in Osnabrück.

Engineering 1869. I, p. 56 u. 200. Traject zu Friedrichshafen.

Engineering 1869. I, p. 92, 152 u. 226. Project zu einer Verbindung des Continents mit England durch eine Fähre.

Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1857. Th. Weishaupt, die Homburg-Ruhrorter-Rheintraject-Anstalt.

Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1852.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1867, p. 365. Eisenbahn-Traject über den Rhein bei Rheinhausen, von Hartwich in Köln.

Engineering 1868. I, p. 69. Beschreibung der neuen Fähre und des Hafendammes nebst Ladestation bei Liverpool.

untergeordneten Bedeutung für den von dieser Seite zuzuführenden Verkehr weniger in Betracht zu ziehen.

Die Verbindung der Bahnhöfe mit Hütten- und Bergwerken, sowie grösseren gewerblichen Etablissements besteht meistentheils nur in einem Ueberführen der Producte von der einen Bahn zur anderen und kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden, je nachdem die Zweigbahn dieselbe oder eine andere schmälere Spurweite hat. Bei gleicher Spurweite der Zweig- und Hauptbahn wird gewöhnlich ein Umladen der Producte nicht stattfinden, sondern die Wagen der Zweigbahn werden in die Güterzüge zum Weitertransport eingestellt werden; in diesem Falle sind die Gleise der Zweigbahn an diejenigen der Hauptbahn nur anzuschliessen. Bei verschiedenen Spurweiten dagegen ist ein Umladen der Producte erforderlich, welches je nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben auch verschieden sein kann; z. B. legt man die Bahnen, welche Kohlen, Steine etc. (meistentheils in kleineren Transportgefässen) dem Bahnhof zum Weitertransport zuführen, zweckmässig höher als die Hauptbahn, entweder auf feststehende Bauten oder auf bewegliche Gerüste, welche über oder neben den Bahnhofsgleisen aufgeführt sind, um das Ueberladen durch Kippen, Stürzen oder Umdrehen der Wagen zu bewirken, und so umgekehrt die Gleise der Zweigbahn tiefer, wenn ein Ueberführen der Producte von der Hauptbahn auf die Zweigbahn stattfinden soll.

Die Gebäulichkeiten dieser Bahnhöfe, welche gewöhnlich keinen oder nur einen sehr geringen Personenverkehr haben, bestehen in einem Gebäude für die Expeditionsräume, mit event. einem Warteraume, einer Wasserstationsanlage und je nach den Neigungsverhältnissen der Bahn und der Entfernung der nächstgelegenen Station auch einem Locomotivschuppen, sowie einer Drehscheibe für die zu drehende Maschine, sofern die Anlage, wie dies meistentheils der Fall ist, für den in Betracht kommenden Verkehr eine Endstation sein sollte und nicht ausschliesslich Tendermaschinen zur Verwendung kommen.

Die Gleisanlagen bestimmen sich nach dem Princip der Verladung, beziehentlich der Verschiebung der Wagen und zwar wieder speciell danach, ob die Ladestellen feststehend sind oder beweglich, d. h. ob dieselben ihren Standort verändern.

Für Anlagen nicht aussergewöhnlicher Art werden drei parallel zueinander liegende Gleise genügen, welche an dem einen Ende gewöhnlich durch Weichen mit dem Hauptgleise verbunden sind und an dem anderen durch Drehscheiben, Schiebebühnen, oder auch wohl Weichen untereinander im Zusammenhange stehen. Ein Gleis dient zur Aufstellung der leeren Wagen, welche durch eine der vorerwähnten Gleisverbindungsarten dem Ladegleis einzeln zugeführt werden und hier von dem gewöhnlich in 3 bis 4^m Höhe über Schienenoberkante befindlichen Sturzgerüste, auf welches die schmalspurigen Fördergefässe (Hunde) fahren, beladen werden. — Der zunächst ankommende unbeladene Zug wird in das dritte Gleis gestellt und der inzwischen beladene Zug aus dem Ladegleis abgefahren.

Diese Anlagen können durch Verbreiterung, beziehentlich Vergrösserung oder Vermehrung der Sturzbühnen beliebig vergrössert werden. Bei Kohlengruben ist damit gewöhnlich eine Rätteranlage verbunden, um die verschiedenen Kohlensorten bei der Verladung zu trennen; in diesem Falle sind mehrere Ladegleise erforderlich.[79])

---

[79]) Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867. Quasowsky, über Kohlengruben-Eisenbahnionen.

Eine Centesimalwaage ist auch auf diesen Stationen zweckmässig für die beladenen Wagen anzulegen.

Auf den grösseren Bahnhöfen dieser Art ist stets eine ausreichende Zahl von Reservegleisen für leere Wagen vorzusehen.

Fig. 2, Tafel XXXV zeigt einen Bahnhof mit anschliessenden Zweiglinien verschiedener gewerblicher Anlagen, die Zweigbahnen haben dieselbe Spurweite wie die Hauptbahn, und Fig. 1, Tafel XXXVIII den Bahnhof einer Bahnlinie, in Verbindung mit einem Seehafen. — Der Verkehr ist nicht sehr bedeutend und sind die Anlagen des Bahnhofes dem entsprechend angeordnet worden.

Ausserdem ist noch auf die in Fig. 1, Tafel XXXVII dargestellte Bahnhofsanlage hinzuweisen.

§ 14. Die Bahnhöfe unterscheidet man nach ihrer Form in Bezug auf die Hauptrichtung der Bahnlinie als:

a. Durchgangsstationen,
b. Kopfstationen und auch wohl
c. Inselbahnhöfe.

Diese Unterscheidungen sind vorwiegend auf die Betriebseinrichtungen für den Personenverkehr der Bahnhöfe einwirkend. Während die durchgehenden Züge bei der ersteren Art in ihrer Hauptanordnung unverändert bleiben, sind dieselben auf einer Kopfstation der neuen Zugrichtung entsprechend neu zu ordnen. Für die Güterzüge dagegen ist dies durch das ohnehin erforderliche Rangiren derselben auf grösseren Stationen, wozu die Kopfstationen grösstentheils zu zählen sind, nicht nothwendige Bedingung.

Die Durchgangsstationen haben entweder nur einen Perron und diesen mit dem für die event. verschiedenen Bahnverwaltungen gemeinschaftlichen Empfangsgebäude auf einer Seite der Gleise liegen oder auf dessen entgegengesetzter Seite noch einen Perron, oder einen oder mehrere derselben, je nach der Grösse des Verkehrs, beziehentlich der Zahl der durchpassirenden Züge, zwischen den Hauptgleisen, zum Ein- und Aussteigen der Passagiere für die Züge nach bestimmten Richtungen.

Im ersteren Falle halten die Züge verschiedener Richtungen gewöhnlich auf dem Haupt-Perrongleis und fahren mittelst, vor der Mitte des Perrons gelegener Kreuzweichen durch das nebenliegende Hauptgleis ab. Siehe 4. Supplementband zum Organ für die Fortschritte d. E. (Sammlung bewährter Bahnhofsgrundrisse.) Bahnhof Neustadt der Pfälzischen Eisenbahnen (Anschlussstation für 4 Bahnarme). Bahnhof Dresden (Altstadt) der Sächsischen Staatsbahn. Dem Perron ist alsdann die Länge zweier Züge zu geben und die Breite nach der Grösse des Localverkehrs und der Dauer des Aufenthaltes der Züge zu bemessen.

Bei der Anlage mehrerer Perrons werden für die Züge jeder Richtung meistentheils besondere Gleise benutzt, welche nur an ihren Enden untereinander beziehentlich mit den durchgehenden Hauptgleisen (der freien Bahn) verbunden sind. Die einzelnen Perrons mit Ausnahme des Hauptperrons brauchen nicht länger als ein Zug zu sein, dagegen ist ihre Breite nicht zu gering, wenn möglich nicht unter $3^m,7$ bis 5^m Breite anzunehmen.

Die Verbindung der Perrons untereinander, in gleicher Höhe mit den Gleisen, ist zu vermeiden und wo dies nicht zu umgehen, eine besondere Uebergangsstelle zwischen den Perrons zu pflastern oder mit Platten zu belegen, beziehentlich der Uebergang besonders zu markiren. Man legt wohl auch bewegliche Perrons zwischen Haupt- und Zwischenperron, deren Oberfläche eine annähernd gleiche Höhenlage mit den Letzteren hat, und zwar je einen solchen für den Personen-, für den Gepäck-

und den Eilgutverkehr; dieselben bestehen aus auf kleinen Rädern (bis etwa 0m,5 Durchmesser, je nach der Höhe der Perrons) laufenden und zweckmässig aus eisernen Trägern construirten Platformen, welche nach dem Gebrauch, je nach dem Verhältniss der Breite der zu überdeckenden Gleise zu derjenigen des Hauptperrons entweder ganz unter den Letzteren oder getheilt, theils unter den Haupt-, theils unter den Mittelperron geschoben werden; ihre Breite beträgt je nach dem Verkehr der Station zwischen 3m,0 bis 5m,0. (Auf den holländischen Bahnen, z. B. auf Bahnhof Arnheim, ausgeführt.) Auf dem Bahnhofe Halle (Magdeburg-Leipziger Bahn) ist eine sehr zweckmässig construirte, mittelst Hebel niederlegbare Perronbrücke zwischen dem Haupt- und Zwischenperron hergestellt und wird mit gutem Erfolge benutzt.

Die Durchgangsstationen einfacher Art erfordern zunächst für die ankommenden und abgehenden Züge die beiden Hauptgleise und ein zur Aussenseite eines jeden derselben liegendes Ueberholungsgleis, an welche sich dann, je nach der zur Verfügung stehenden Längenausdehnung des Bahnhofes, die Gleise für den Güterverkehr auf der einen oder der anderen Seite oder auch zu beiden Seiten der Hauptgleise anschliessen.

Für den Personenverkehr sind nun verschiedene Anordnungen möglich; entweder legt man zwischen die beiden Hauptgleise einen Mittelperron, — in diesem Falle müssen die Passagiere eines Zuges das andere Gleis überschreiten, um nach dem Empfangsgebäude gelangen zu können, — oder es wird dem Letzteren gegenüber auf der Aussenseite des zweiten Hauptgleises noch ein Perron mit überdeckter Halle angeordnet (Anordnung auf französischen Bahnhöfen) oder man überbrückt die Gleise oder stellt unter denselben einen Zugang für die Passagiere des auf dem zweiten beziehungsweise dritten Gleise befindlichen Zuges her (englische Bahnhofseinrichtung).

In allen Fällen empfiehlt es sich, das Empfangsgebäude auf die Seite des Bahnhofes zu legen, welche der Verkehrsstrasse des nächsten Ortes oder der verkehrsbringenden Gegend zunächst liegt, damit der Weg für die Reisenden der kürzeste ist, während derjenige für die Güter am Empfangsgebäude vorüberführen und länger sein kann, ohne nachtheilig auf den Verkehr einzuwirken. (Fig. 3 auf Tafel XXXVIII zeigt eine derartige einfache Bahnhofsanlage, bei welcher der Güterverkehr auf derselben Gleisseite des Empfangsgebäudes, aber auf der entgegengesetzten Seite der den Verkehr vermittelnden Zufuhrstrasse liegt; die Perrons liegen der Zugrichtung entsprechend zu einander verschoben.)

Bei der Kreuzung der Personenzüge finden verschiedene Stellungen derselben zum Empfangsgebäude und dem Perron statt, welche auf die Lage und die Längenausdehnung derselben von Einfluss sind.

Die Haupt- und Mittelperrons legt man so zueinander, dass bei gleichzeitigem Halten mehrerer Züge die Passagiere die anderen Gleise vom Hauptperron aus erreichen können, ohne durch den Zug des ersten Gleises behindert, beziehungsweise gefährdet zu werden.

Die Stellung der sich kreuzenden Züge kann verschiedener Art sein; die in entgegengesetzter Richtung fahrenden Züge stehen entweder mit ihren Spitzen, also ihren Maschinen, oder mit ihren Enden nebeneinander. Im ersteren Falle überschreiten, beim Nichtvorhandensein einer Unter- oder Ueberführung des ersten Gleises, die Passagiere des einen Zuges das andere Gleis vor der Maschine, im anderen dagegen hinter dem Zuge. Beide Ueberschreitungen sind für das reisende Publicum nicht gefahrbringend, sobald der Zug, welcher auf dem Gleis am Hauptperron zu

halten hat, zuerst ein- und zuletzt ausfährt; fährt dagegen der Zug des zweiten Gleises früher ein oder ist das Einfahren der Züge nicht bestimmt zu regeln, so dürfte die Anordnung, bei welcher die Passagiere das Gleis vor der Maschine zu überschreiten haben, wegen der für sie geringeren Gefahr durch die freiere Uebersicht über das Gleis zu empfehlen sein.

Der Mittelperron ist je nach der vorgeschriebenen Anordnung, bezüglich des Haltens und der Zusammenstellung der Züge, gegen den Hauptperron zu verschieben, damit sämmtliche Personenwagen vor dem Perron halten können.

Wenn die sich kreuzenden Züge mit ihren Enden nebeneinander stehen, so sind die Wasserkrahne zu beiden Seiten des Perrons an die Enden der Hauptgleise zu stellen, während dieselben bei dem Nebeneinanderhalten der Spitzen der Züge in der Mitte zwischen den Hauptgleisen aufzustellen sind, möglicherweise sogar ein Wasserkrahn dann ausreichend sein kann.

Wenn auf Durchgangsstationen Zweigbahnlinien einer anderen Bahnverwaltung enden, beziehentlich anschliessen, so werden die besonderen An- und Abfahrtsgleise für dieselben gewöhnlich vor den Kopf des Hauptperrons und denselben unterbrechend, an sogenannte Zungenperrons, angelegt.

Kopfstationen, in der Hauptrichtung einer Bahnlinie gelegen, sind für den durchgehenden Verkehr wegen des durch das Ordnen und Zusammenstellen der Züge erforderlichen Zeitaufwandes, sowie durch die meistentheils sehr begrenzte Bewegung der Züge auf den Stationen als nicht vortheilhaft zu bezeichnen, — trotzdem ist ihre Anlage eine vielfach vorkommende, welche gewöhnlich in grösseren Städten durch locale Einwirkungen und in vielen Gegenden durch die Terrainverhältnisse nicht zu umgehen war. (Die Hauptbahnhöfe der grossen Städte sind fast durchweg Kopfstationsanlagen.)

Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber wie folgt:

I. A. b. § 59. »**Nur bei Vereinigung mehrerer Linien, deren Betrieb in dem Bahnhofe endet, bei Einmündung von Zweiglinien bezüglich dieser und in Fällen, wo es wünschenswerth, die Bahnhofs-Anlagen dem Centrum grosser Städte näher zu rücken, sowie unter besonderen örtlichen Verhältnissen, können Kopfstationen zweckmässig sein. Bei denselben ist jedoch eine Verbindung der verschiedenen Bahnen ausserhalb des Bahnhofes für durchgehende Güter- oder ähnliche Züge nothwendig.**«

Der Theil des Empfangsgebäudes, welcher die Warteräume enthält, kann entweder zur Seite oder am Ende (vor Kopf) der Gleise liegen. In den meisten Fällen wird die erstere Anordnung der Art gewählt, dass die Warte- und ein Theil der Expeditions- und Gepäckräume zur Langseite der Gleise und die Billeturen, Eilgutexpeditionen etc. vor Kopf derselben in einem besonderen Gebäude liegen, welches, sofern der Sitz der Verwaltung an demselben Orte sich befindet, gewöhnlich die Verwaltungsbureaus etc. und Wohnungen der Betriebsbeamten enthält. Auf englischen Bahnen enthält dieser Gebäudetheil nicht selten ein Hôtel (Gasthof).

Bei dieser Anordnung sind entweder gleiche Räumlichkeiten auf beiden Seiten anzulegen, dann findet die An- und Abfahrt der Züge auf jeder Seite statt (ist vielfach ausgeführt, wenn der Bahnhof von verschiedenen Bahnverwaltungen gemeinschaftlich benutzt wird), oder die eine Gleisseite ist für die ankommenden, und die andere für die abgehenden Züge bestimmt. Im letzteren Falle sind auf der Ankunfts-

seite nur die Räume für die Gepäckabgabe, das Postbureau etc., etwa ein Warteraum, beziehentlich Halle, Pissoire in ausreichender Anzahl etc. unterzubringen.

Diese Anordnung findet für derartige Anlagen in grossen Städten, wo die Weiterführung der Züge unterbrochen wird, zweckmässige Anwendung.[80]

Die An- und Abfahrtperrons sind dann mit einander zu verbinden und geschieht dies entweder oberhalb (durch Ueberbrückung), unterhalb (durch Unterführung, Tunnel) oder an den Enden der Gleise durch einen Perron. — Für die Züge untergeordneter Art werden bei diesen Anlagen öfters Perrons zwischen die mittleren Gleise gelegt, und mit den Hauptperrons gewöhnlich am Ende der Gleise in Verbindung gebracht.

Die Perrons auf derartigen grösseren Stationen sind ausreichend, wohl nicht unter 190^{m} Länge, anzunehmen, event. über die Endflügel der Gebäulichkeiten hinaus zu verlängern; die Breite derselben ist für die Hauptperrons nicht unter 7^{m},5 und für die Zwischenperrons, wenn möglich, nicht unter 3^{m},7 bis 5^{m} herzustellen.

Eine andere Anordnung ist diejenige, bei welcher die Warte-, Gepäck-, Expeditions- etc. Räume zwischen die Gleise auf einen Mittelperron gelegt werden, also gleichsam eine Inselbahnhofsanlage bilden. Die Trennung der Züge nach verschiedenen Richtungen und event. für verschiedene Verwaltungen ist hierbei leicht möglich und für Kopfstationen als zweckmässige Anordnung zu empfehlen.[81]

Die zu beiden Seiten der Gleise befindlichen Hauptperrons werden gewöhnlich überdacht und zweckmässig hierbei Constructionen ohne mittlere Unterstützungen (Säulen etc.) angewandt.

Die Zahl der Gleise ist nach dem Verkehr zu bemessen, doch ist dabei stets auf eine ausreichende Zahl von Reservegleisen für Aufstellung leerer Wagen, sowie auf die Anlage der Gleise, welche für den Rücklauf des vorderen Zugtheiles — der Maschine, Gepäckwagen etc. — bestimmt sind, Rücksicht zu nehmen.

Die Gleise vereinigen sich an ihren Enden entweder auf Drehscheiben, Drehbühnen und Schiebebühnen, durch welche die Zugmaschine und die im Zuge umzustellenden Wagen, etwa Post- und Gepäckwagen, anderen nebenliegenden Gleisen zur Rückfahrt zugetheilt werden, — oder sie werden zu diesem Zwecke durch Weichen miteinander verbunden.

---

80) Nachstehend sollen noch einige Kopfstationsanlagen erwähnt werden. Siehe 4. Supplementband zum Organ für die Fortschritte d. E. (Sammlung bewährter Bahnhofsgrundrisse etc.). Bahnhof Berlin der Preussischen Ostbahn. In der Halle liegen 5 Gleise ohne Zwischenperrons. Abfahrt und Ankunft der Züge findet auf verschiedenen Seiten des Empfangsgebäudes statt; die Gleise sind nicht durch Drehscheiben, Schiebebühnen etc. miteinander verbunden; zur Zurücksetzung der Maschine etc. des ankommenden Zuges ist eine Weichenverbindung zwischen dem Perron und dem nächstliegenden Gleis angelegt; der Güterbahnhof liegt neben dem Personenbahnhof und die Anlagen für die Betriebserfordernisse und die Werkstättenanlagen ausserhalb des Hauptbahnhofes neben den Hauptgleisen.

Bahnhof München der Bayerischen Ostbahn. In der Halle liegen 4 Gleise, von denen je zwei auf einer Drehscheibe enden, die Drehscheiben sind mit einander durch ein Gleis verbunden; zwischen den Gleisen sind Perrons angelegt. Der Güterbahnhof liegt vor der Personenbahnhofsanlage rechts der Hauptgleise, und der Werkstättenbahnhof, sowie die Betriebserfordernisse sind links derselben angeordnet.

Bahnhof Braunschweig. Kopfstation mit 3 Gleisen in der Halle, welche nur am Ausgang der Halle durch Weichen miteinander verbunden sind — u. s. w.

81) Die neue Bahnhofsanlage in Stuttgart. Nähere Beschreibung derselben ist im XIV. Cap. § 16, Tafel XLII, Fig. 3, sowie in der allgemeinen Bauzeitung. Wien 1868, p. 351 von Morlok enthalten.

Engineering, 1866, p. 259. Das Dach der neuen Bahnhofshalle zu Stuttgart.

Die durchgehenden Personenzüge sind nach der Einfahrt in die Kopfstation so wenig als möglich in ihrer Zusammenstellung zu ändern. Ausser den etwa umzustellenden Post- und Gepäckwagen sollten die Personenwagen in der Stellung, in welcher dieselben beim Halten des Zuges sich befanden, auch zur Abfahrtszeit stehen, damit die Passagiere, bei den gewöhnlich nur sehr kurzen Aufenthaltszeiten derartiger Züge, nicht noch längere Zeit zum Suchen des innegehabten Sitzes verlieren.

Fig. 4, Tafel XXXIX, Bahnhof Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, und Fig. 2, Tafel XL, Bahnhof Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn [82], sind Kopfstationsanlagen für Personen- und Güterverkehr; die Bahnhöfe sind zugleich die Anfangsstationen der Bahnlinie und werden nicht von durchgehenden Zügen befahren. — Die ersterwähnte Anlage hat keine Zwischenperrons; die Abfahrt der fahrplanmässigen Züge findet von dem einen Hauptperron aus und die Ankunft auf dem gegenüberliegenden Perron statt; die beiden an der Ankunftsseite liegenden Gleise sind durch eine Locomotivschiebebühne, die übrigen drei Gleise dagegen durch eine im Niveau liegende kleinere Schiebebühne, welche in einem besonderen überdeckten Hofe vor der Giebelseite der Halle angelegt ist, in Verbindung gebracht. Die Benutzung der Ersteren ermöglicht das sofortige Ausfahren der Locomotive der angekommenen Züge aus der Halle für den Fall, dass die ganze Länge des Perrons vom Zuge besetzt ist und eine zum Ausweichen der Locomotive in das zweite Gleis führende Weiche nicht benutzt werden kann; die Anordnung der kleinen Schiebebühne ist dadurch bedingt, dass zu Zeiten der Verkehr sich oft noch kurz vor Abgang des Zuges sehr erheblich steigert und das Anhängen von Wagen nothwendig macht, welche als Reserve in den mittleren Gleisen der Halle aufgestellt werden und von dort durch diese Schiebebühne dem abgehenden Zuge in kurzer Zeit angehängt werden können.

Die Kopfstationsanlage der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn hat in der Halle noch einen Zwischenperron für den Localverkehr, ausserdem ist durch ein vor dem Eilgutschuppen gelegtes Gleis der Perron der Ankunftsseite an seinem Ende getheilt worden. — Für die Umgestaltung und Vervollständigung der Züge und zum Zurückfahren der Locomotiven enden drei Gleise auf einer mit hydraulischer Kraft zu bewegenden Schiebebühne, während die zwei Gleise auf der Seite des Abfahrtsperrons stumpf auslaufen.

Eine Durchgangsstation wird, wenn auf derselben zugleich eine Trennung der Züge nach verschiedenen Richtungen stattfindet, zweckmässig als Inselbahnhof angelegt.

---

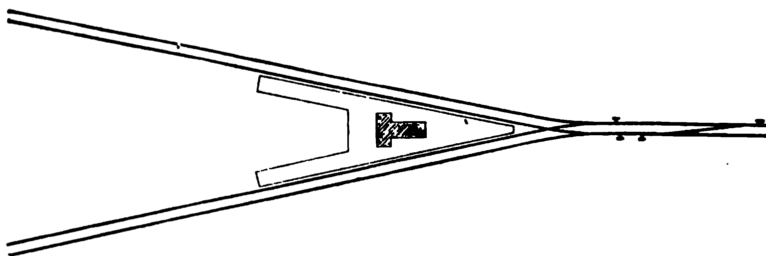
[82] In Fig. 2, Tafel XL bezeichnen: I. Im Bahnhofe links: *A* Stationsgebäude, *B* Eilgutschuppen für abgehendes, *C* Eilgutschuppen (alt) für ankommendes Eilgut, *D* Wagenschuppen, *EE* Wagenrampen, *F* Locomotivschuppen (für den Localverkehr zwischen Berlin und Potsdam), *G* Wagenreparatur-Werkstätte (früher Wagenschuppen), *H* Locomotivschuppen, *I* Kohlenschuppen, beide bereits vorhanden, *K* interimistisches Verwaltungsgebäude (alt). II. Im Bahnhofe rechts: *A* Schuppen für ankommendes Frachtgut mit Expedition im Kopfgebäude, *B* desgl. für abgehendes Eilgut mit Expedition im Kopfgebäude, *C* Umladeschuppen, *D* Wagenschuppen (zur Personenstation gehörig), *E* Locomotivschuppen, *F* Kohlenschuppen, *G* Viehrampe und Militärperron mit Expeditionsgebäude, *H* Viehställe (Project), *I* später zu erbauender Locomotivschuppen, *K* Ställe für das Rollfuhrwerk, *L* Lagerplatz, *M* Lagerhäuser (alt), *N* Waage, *O* Dampfschiebebühne, *P* Lastkrahn, *Q* Gleise für abgehende Züge, *R* desgl. für ankommende Züge, *S* desgl. für leere Wagen, *T* desgl. für Personenwagen.

Die Inselbahnhöfe haben das Empfangsgebäude und die mit demselben beziehentlich dem Personenverkehr zu verbindenden Anlagen zwischen zwei Gleisgruppen liegen, welche entweder verschiedenen Verwaltungen angehören, oder welche ihre Lage dadurch erhalten haben, dass ein sehr reger Personenverkehr eine Trennung der Gleise nach den verschiedenen Richtungen der Bahn erforderlich machte.

Siehe technische Vereinbarungen: I. A. b. § 58 alinea 2.

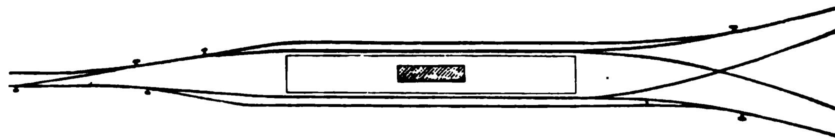
Findet die Trennung der Bahnlinie nur nach einer Richtung statt, so wird der von aussen kommende Verkehr dem Hauptperron, beziehentlich dem Empfangsgebäude zwischen den auseinander laufenden Bahnlinien zugeführt werden können (Fig. 11), also eventuell nur eine einmalige Gleisüberschreitung stattfinden.[83]

Fig. 11.



Zweigen dahingegen die Bahnlinien nach beiden Seiten ab (Fig. 12), so wird zur Vermeidung der Gleisüberschreitung im Niveau eine Ueberführung, oder wie in den meisten Fällen wohl leichter ausführbar sein wird, eine Unterführung, beziehentlich eine Tunnelanlage herzustellen sein, um zum Hauptperron, beziehentlich dem Empfangsgebäude, gelangen zu können.[84] Fig. 1 und 1ª, Tafel XXXIX, zeigt ebenfalls eine derartige Anlage. Die Gleisüberschreitung für die Zufuhr von aussen wird in den meisten Fällen zweckmässig ausserhalb des Bahnhofes gelegt werden können.

Fig. 12.



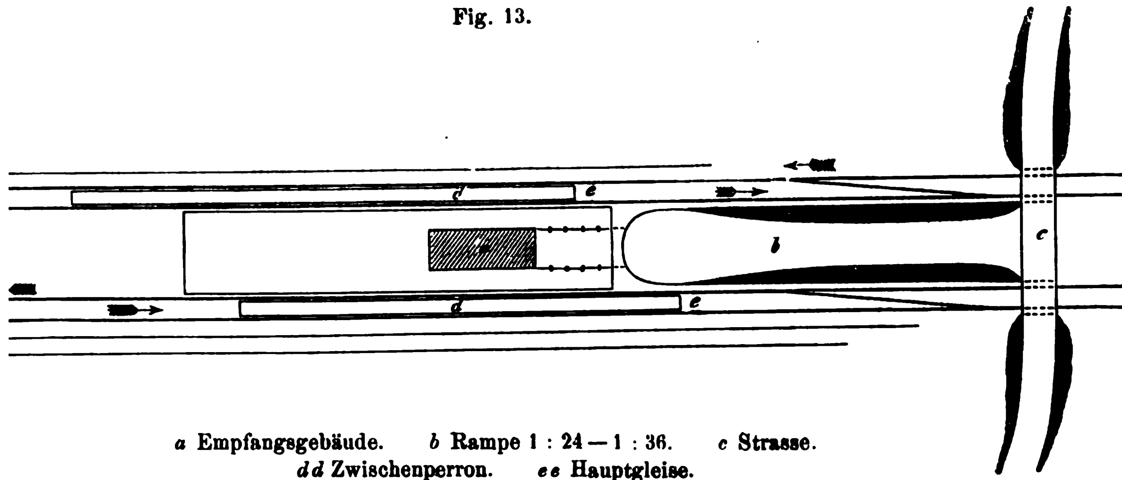
Bei einer Durchgangsstation mit Inselperronanlage, welche zugleich Trennungsstation mehrerer in verschiedenen Richtungen abzweigenden Bahnlinien ist, kann, sofern eine Kreuzung der Bahnhofs- oder anschliessenden Gleise durch eine Strasse vorkommt, deren Ueber- oder Unterführung zweckmässig für die Anlage des Zufuhrweges nach dem Bahnhofe benutzt werden, indem man zwischen die abzweigenden Gleise Rampen in Neigungen von höchstens 1 : 24 bis 1 : 36 etc. von der über- oder unterzuführenden Strasse nach dem Bahnhofsplateau anlegt. Derartige Anlagen sind in neuerer Zeit mehrfach ausgeführt, z. B. beim Umbau des Bahnhofes Schneidemühl

[83] Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1862, p. 369. Empfangsgebäude auf Inselperrons, Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1871, p. 436. Ueber Trennungsbahnhöfe, insbesondere über den Bahnhof zu Nordstemmen.

[84] Derartige Unter- und Ueberführungen sind für den zu- und abgehenden Verkehr auf den Bahnhöfen der englischen Eisenbahnen vielfach ausgeführt.

der Preussischen Ostbahn werden die Gleise zur Ueberführung der Strasse überbrückt und von der Letzteren zwischen beiden Ueberbrückungen eine Rampe mit Neigungen 1 : 24 nach dem Empfangsgebäude geführt; beim Bahnhof Guben der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn wird die Strasse unter den Gleisen hindurchgeführt und eine Rampe mit Steigung 1 : 36 nach dem für die verschiedenen Verwaltungen gemeinschaftlichen Empfangsgebäude angelegt, dem Bahnhofe Hanau der Bebra-Frankfurter Bahn u. s. w. (Vergl. Skizze Fig. 13.)

Fig. 13.



a Empfangsgebäude. *b* Rampe 1 : 24 — 1 : 36. *c* Strasse.
dd Zwischenperron. *ee* Hauptgleise.

Die Länge des Hauptperrons ist nach der Länge der Züge und der Bestimmung, auf welchen Gleisen die Hauptzüge halten werden, zu bemessen und die Breite derselben richtet sich nach der Tiefe des Empfangsgebäudes; doch sollten die zu beiden Seiten des Letzteren liegenden Perrontheile auch mindestens die für die vorerwähnten Bahnhofsanlagen angeführte Breite erhalten.

Die Gleise für den Güterverkehr schliessen sich gewöhnlich an die zu beiden Seiten des Empfangsgebäudes liegenden Hauptgleise an und bilden dann bei getrenntem Güterverkehr und gemeinschaftlicher Benutzung des Empfangsgebäudes seitens der verschiedenen Bahnverwaltungen besondere Güterbahnhöfe, welche durch die Hauptgleise schneidende Kreuzweichen oder durch eine besonders die Personen-Gleise überbrückende Verbindungscurve verbunden werden.

Die Gleisanlagen bei dieser Art Bahnhöfen sind im Wesentlichen ebenso anzulegen, wie bei den Durchgangsstationen.

Die Lage der Räumlichkeiten für die Gepäck- und Postexpeditionen in den Stationsgebäuden ist auch hier mit der Zusammenstellung der Züge übereinstimmend anzuordnen, damit der Verkehr auf dem Perron so wenig als möglich behindert wird.

Fig. 2 und 2ᵃ, Tafel XXXVIII (Bahnhof Frankfurt a. d. O.), Durchgangsstationen mit allen erforderlichen Anlagen. Das Empfangsgebäude liegt auf einer Seite der Gleise; um jedoch das gleichzeitige An- und Abfahren der Züge verschiedener Richtungen möglich zu machen, sind auf der anderen Seite des ausreichend lang hergestellten Hauptperrons noch Gleise für den Personenverkehr bis vor Kopf des Empfangsgebäudes angelegt, welche auf einer Schiebebühne endigen.

Fig. 2 und 2ᵃ, Tafel XXXVI (Bahnhof Beuthen). Zwei Durchgangsstationen, welche sich in verschiedener Höhenanlage durchschneiden; dieselben sind miteinander durch ein Gleis verbunden und haben ausser dem durchgehenden Verkehr noch den

Verkehr nahe gelegener Kohlengruben, welcher durch breit- und schmalspurige Bahnen zugeführt wird.[85])

Fig. 1, Tafel XXXVI (Bahnhof Lauda). Durchgangsstation mit allen Anlagen, welche für den Betrieb einer Bahnlinie erforderlich sind.[86])

Nach der Anordnung Fig. 10 (p. 688) ist der Bahnhof Neunkirchen der Saarbrücker Eisenbahn angelegt; der Güterverkehr und die Anlagen für die Betriebserfordernisse der verschiedenen einlaufenden Bahnlinien liegen zu beiden Seiten der Hauptgleise — ferner der Bahnhof Pasewalk der Berlin-Stettiner Eisenbahn (Anschlussstation für 4 Bahnarme), sodann der Bahnhof Dirschau der Preussischen Ostbahn (Anschlussstation für 4 Bahnarme); hierbei ist jedoch der Zufuhrweg nach dem Empfangsgebäude ohne Gleiskreuzung (au niveau) nicht zu bewirken gewesen.

Nach der Anordnung Fig. 11 (p. 700) ist der Bahnhof Kreuz der Preussischen Ostbahn (Anschlussstation für 4 Bahnarme) und

der Bahnhof Hude der Oldenburgischen Staatsbahn (Zwischenstation mit Maschinenwechsel und zugleich Anschlussstation für 3 Bahnarme) ausgeführt worden.

Der Bahnhof Oldenburg der Oldenburgischen Staatsbahn ist eine Durchgangsstation mit sämmtlichen für den Betrieb und den Verkehr erforderlichen Anlagen, für den Letzteren sind getrennte Güterschuppenanlagen für den Land- und für den Wasserverkehr angelegt.

Siehe hierzu 4. Supplementband zum Organ für die Fortschritte des E.-W. (Sammlung bewährter Bahnhofsgrundrisse etc.)

§ 15. Gleise, Weichenanlagen etc. — Die Gleisanlagen der Bahnhöfe sind je nach dem Zwecke, welchen der betreffende Bahnhofstheil zu erfüllen hat, verschieden.

Allen Bahnhofsanlagen gemeinschaftlich sind die durchgehenden Hauptgleise, dieselben sollen in Bezug auf Construction und Lage allen Anforderungen entsprechen, welche die Sicherheit des Betriebes für das Durchfahren der Züge bedingt; es ist deshalb die Zahl der in denselben anzulegenden Weichen soviel als möglich zu beschränken und für die zu legenden sind die vorgeschriebenen Sicherheitsanordnungen zu beachten, welche in den technischen Vereinbarungen des V. d. E. wie folgt ausgedrückt sind:

I. A. b. § 64. »**Als eine zweckmässige Construction der Weichen wird eine solche mit beweglichen, gleichlangen und unterschlagenden Zungen bezeichnet.**«

»**Die Spitzen der Zungen sollen mindestens 100^{mm}, im Uebrigen soweit aufschlagen, dass von keiner Stelle ein Anstreifen der Räder an der Zunge stattfinden kann.**«

»**Einfallhaken bei selbstwirkenden Weichen sind unzulässig.**«

»**Die Gegengewichte sind in der Regel zum Umlegen einzurichten.**«

»**Der normale Abstand der Leitkante der Zwangsschienen von der gegen-**

---

[85]) In der Fig. 2, Tafel XXXVI, bedeuten: *a* Empfangsgebäude, *b* Güterschuppen, *c* Wirthschaftsgebäude, *d* Locomotivschuppen, *e* Wagenschuppen, *f* Beamtenwohnung, *g* Kohlenschuppen, *h* Retirade, *i* Centesimalwaage.

[86]) In der Fig. 1, Tafel XXXVI, bezeichnen: *a* Stationsgebäude, *b* Wagenschuppen, *c* Dienstwohnungen, *d* Cyanisiranstalt, *e* Locomotivschuppen, *f* Reserve-Locomotivschuppen, *g* Dienstzimmer, *h* Montirungsstände für Wagen, *i* Montirungsstände für Locomotiven, *k* Werkstätten, *l* Maschinenhaus, *m* Wagenreparaturräume, *n* Maschinenreparaturräume, *o* Magazinschuppen, *p* Kohlen-Lagerplätze, *q* Lagerplatz, *r* Verladeplatz, *s* Güterschuppen, *t* Abtritt, *u* Perron.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens I. Band (1864), p. 157. Einrichtung des Bahnhofes in Basel, von Römer. Berlin.

Daselbst V. Band (1868), p. 158. Anordnung der Gleise im Pariser Nordbahnhof.

Organ V. Band (1868), p. 205. Das neue Stationsgebäude auf dem Bahnhof Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn.

überliegenden Herzstückspitze soll 1m,394 mit einer durch Abnutzung entstehenden zulässigen Abweichung von 3mm unter diesem Maass betragen.«

»Es empfiehlt sich, an der Herzstückspitze die normale Spur einzuhalten. Die Zwangsschienen sind an ihren Enden mit möglichst schlankem Einlauf zu construiren.«

»Weichen in Gleisen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, ein Ablaufen der Räder von den Schienen vorkommen kann, sind unzulässig.«

I. C. a. § 176. **»Für die Weichen in den Hauptgleisen ist eine bestimmte Stellung als Regel vorzuschreiben.«**

I. C. a. § 177. **»Ausweichungen, welche von ganzen Zügen gegen die Spitze befahren werden, sollen entweder unter specieller Aufsicht stehen oder verschlossen werden«; sowie**

I. A. b. § 65. **»Ausweichungen für drei Gleise sind bei guter Construction und entsprechender Signalvorrichtung in Hauptgleisen zulässig.«**

Bezüglich der Construction der in den durchgehenden Hauptgleisen anzulegenden Weichen ist besonders darauf zu achten, dass die Neigung der Herzstücke möglichst klein und die Radien der Weichencurven dem entsprechend gross gewählt werden.

Ausser den durchgehenden Hauptgleisen kann man folgende Gleisgruppen unterscheiden:

1. Gleise für den Personenverkehr, welche sich unmittelbar an die Hauptgleise anschliessen; hierher sind ausser den Letzteren die vorgeschobenen Gleise zu rechnen, welche sich zwischen dem Hauptperron und den durchgehenden Hauptgleisen befinden, sodann die zur Aufstellung von Reservewagen oder für den Abgang bereits zusammengestellter Personenzüge erforderlichen und die zu den Wagenschuppen etc. führenden Gleise. Diese Gleisgruppe erfordert meistentheils bei End-, beziehentlich Kopfstationen eine grössere Ausdehnung wie bei Durchgangsstationen. Zur Verbindung der Gleise untereinander werden hauptsächlich Weichen und nur am Endpunkt der Gleise bei Kopfstationen, Drehscheiben, Schiebebühnen, Drehbühnen etc. zur Anwendung kommen, die Verbindung mit den Wagenschuppengleisen dagegen wird zweckmässiger durch Schiebebühnen im Niveau hergestellt. Die Ausweichungen der Hauptgleise liegen meistentheils innerhalb und nahe den Grenzen des Bahnhofes; bei beschränkter Bahnhofslänge und nicht zu starken Neigungen der anschliessenden Bahnstrecken werden dieselben auch ausserhalb des Bahnhofes gelegt.

Findet das Fahren auf stärkeren Neigungen in der Richtung der Weichenspitze statt, wie dies auf zweigleisigen Bahnen vorkommen kann, so ist dies ungefährlich; dasselbe gilt auch für das Fahren gegen die Weichenspitze in einer Steigung.

Für die Sicherheit des Betriebes ist es wünschenswerth, die Weichen nicht auf stärkeren Neigungen, wie 1 : 200, anzulegen.

Die Herzstücke der Weichen in den Haupt-, sowie in den für den Personenverkehr bestimmten Gleisen erhalten Neigungen von 1 : 9 bis 1 : 11 und dem entsprechend werden die Radien der Weichen zweckmässig von 220 bis 280m, auch wohl 320m angenommen; den in diesen Gleisen vorkommenden Kreuzungen sind dagegen nicht zu spitze Neigungswinkel zu geben.

I. A. b. § 63. **»Ausweichungen, durch welche ganze Züge fahren, sollen**

mit Radien von mindestens 180^m angelegt werden. Wünschenswerth ist es, die Endweichen der Bahnhöfe mit Radien von 300^m zu construiren.«

»Zwischen den beiden Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleises soll eine gerade Linie von mindestens 6^m liegen.«

»Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges kann bei den Weichencurven unterbleiben.«

»Die Vergrösserung der Spurweite in den Curven ist bis zu 30^mm zulässig.«

In neuerer Zeit kommen vielfach sogenannte englische Weichen in den Haupt- und durchgehenden Gleisen zweckmässig zur Anwendung; sofern nur eine Abzweigung nach zwei auf einer Seite liegenden Richtungen stattfindet, also eine halbe englische Weiche erforderlich ist, kann bei deren Anwendung auch ein Fahren gegen die Spitzen der Weichen vermieden werden.

Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber:

I. A. b. § 66. **»Die Anlage englischer Weichen ist zulässig. Es empfiehlt sich dabei, den Kreuzungswinkel möglichst stumpf, jedenfalls die Neigung des Herzstückes nicht kleiner als 1 : 10 zu machen, ferner die Herzstücksspitze bis in den mathematischen Durchkreuzungspunkt fortzuführen und bei dem Kreuzungsstück die innere Flügelschiene bis zu 50^mm über Schienen-Oberkante zu erhöhen.«**

Ueber die Construction der Weichen und die desfallsigen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen verweisen wir auf das im IX. Capitel § 4—9 Gesagte und bemerken hier nur noch, dass Ausweichungen für drei Schienenstränge zweckmässig Anwendung in den Nebengleisen und insbesondere für die nach den Locomotiv- und Wagenständen führenden Gleise finden können.[87])

2. Gleise für den Güterverkehr, und zwar

a) diejenigen für den Güterschuppenverkehr und

b) solche für den Rohproductenverkehr.

Diese seitwärts der Hauptgleise gelegenen und nur durch Weichen mit denselben verbundenen Gleise bilden eine besondere Gruppe, welche derartig durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen getheilt ist, dass die zu be- oder entladenden Wagen auf dem kürzesten Wege zu und von den Ladeplätzen geschafft werden können; die für den Rohproductenverkehr bestimmten Gleise können dann je nach der Beschaffenheit der zu transportirenden Producte und der Art der Umladung ausser im gleichen Niveau mit den übrigen Bahnhofsgleisen sowohl höher als tiefer liegen.

Der Neigungswinkel der Herzstücke wird gewöhnlich bei dieser Gleisgruppe, sowie auch bei einem grossen Theile der folgenden Gleisanlagen zur Gewinnung einer nutzbaren Gleislänge etwas grösser angenommen werden können, — man wendet hierbei meistentheils Herzstücke mit Neigungen 1 : 9 und ausnahmsweise auch wohl solche mit Neigungen bis zu 1 : 7 an.[88])

3. Die Rangirgleise, meistentheils langgestreckte, entweder parallel zu einander liegende Gleise, welche durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen im Niveau miteinander verbunden sind, oder bündelförmig liegende, von einem Hauptstrang mittelst Drehscheiben oder auch wohl mittelst Weichen auslaufende

---

87) Werden vielfach in Süddeutschland, der Schweiz etc. vortheilhaft angewandt.

88) Deutsche Bauzeitung, p. 245. Jahrgang 1875. Englische Weiche mit Neigung 1 : 7 auf der Braunschweigischen Eisenbahn.

Gleise zur Aufstellung, Zusammenstellung und Theilung der verschieden ankommenden und abgehenden Züge, mit welchen das Ausziehegleis — Rangirkopf — verbunden ist.

Eine zweckmässige Verbindung der parallel zueinander liegenden Rangirgleise lässt sich durch eine aus englischen Weichen gebildete Weichenstrasse herstellen. Die Gruppe der Rangirgleise kann, je nach dem vorhandenen Flächenraum, auch isolirt von den anderen Gleisgruppen liegen; der Uebersichtlichkeit wegen ist es jedoch zweckmässig, dieselbe nicht zu entfernt von den Gleisen für den Güterverkehr anzuordnen. Die Neigung der Herzstücke der bei dieser Gleisgruppe vorkommenden Weichen ist, wenn möglich, klein zu nehmen.

Werden Drehscheiben vorwiegend zum Rangiren benutzt, so werden durch dieselben, ähnlich den Weichenstrassen — Drehscheibenstrassen, entweder winkelrecht, geneigt oder zickzackförmig, je nach der Grösse der anzuwendenden Drehscheiben und der Entfernung der Gleise von einander, angelegt; bei Anwendung der Schiebebühnen im Niveau zum Rangiren werden diese in der Mitte eines grösseren Complexes parallel zu einander liegender Rangirgleise angeordnet.

4. Die Locomotivgleise sind direct oder indirect von den Hauptgleisen nach den Locomotivschuppen abzweigende Schienenlagen; dieselben werden meistentheils von dem abzweigenden Nebengleis durch Drehscheiben oder verschiedene Weichenanlagen strahlen- oder bündelförmig mit den Locomotivständen verbunden.

Die anschliessenden, nach den Wasserstationen beziehentlich Wasserkrahnen und den Kohlenbansen führenden Gleise sind ebenfalls hierher zu rechnen. Es genügt, bei dieser Gleisgruppe die Neigung der Herzstücke gleich derjenigen anzunehmen, welche bei den Herzstücken der Güterverkehrgleise zur Anwendung kommt.

3. Die Werkstättengleise sind die zur Aufstellung und Heranschaffung der zu reparirenden Betriebsmittel, der Reservestücke etc. erforderlichen, und die einzelnen Werkstatträume untereinander verbindenden Gleise. Die Verbindung der inneren Werkstättengleise mit den ausserhalb liegenden Gleisen wird fast stets nur durch Drehscheiben oder Schiebebühnen bewirkt.

Die Anordnung derselben ist von der Lage der Werkstättenräume sowohl zu einander als auch zur Gesammtbahnhofsanlage abhängig; eine directe Verbindung dieser Gleise mit den Hauptgleisen etc. ist nicht erforderlich; je nach den örtlichen Verhältnissen werden die Werkstätten- und zugehörigen Gleisanlagen näher oder entfernter von den übrigen Bahnhofsanlagen angelegt und nur durch einen Schienenstrang mit denselben verbunden, welchen man zweckmässig an die Rangirgleise anschliessen lässt.

Diese verschiedenen Gleisgruppen erhalten nach der Form und der Lage des Bahnhofes zu den Hauptgleisen eine verschiedene Anordnung und Lage zueinander; ihre Gruppirung wird bei Durchgangsstationen in ausgedehnterer Weise erfolgen, wie bei End-, beziehentlich Kopfstationen, und auf solchen Bahnhöfen, welche zugleich Durchgangs- und Endstation sind, werden dieselben weniger streng gesondert angelegt werden können. Ausserdem ist auf die Anordnung und Zusammenlegung der Gleisgruppen und ihrer einzelnen Theile zu einander die Art der Gleisverbindungen von Einwirkung, ob dieselben durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen erfolgen.

Zur Bewegung der Betriebsmittel auf den durch Weichen verbundenen Gleisen ist sowohl die Dampfkraft der Locomotive als auch jede andere Kraft zu verwenden, während bei einer Verbindung der Gleise durch Drehscheiben die ersterwähnte Kraft, hydraulische Kraft etc. nur in sehr beschränktem Maasse benutzt werden kann.

Schiebebühnen au niveau werden im Zusammenhange mit Drehscheiben oder Weichen zur Verbindung der verschiedenen Gleise angewandt und in neuerer Zeit durch Benutzung der Dampfkraft zum Fortbewegen, beziehentlich zum Rangiren der Transportgeräthe gebraucht.

Im Allgemeinen dürfte hier noch zu erwähnen sein, dass durch eine zweckmässige Combinirung bei Anwendung der Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen, unter Beachtung der in den technischen Vereinbarungen vorgeschriebenen Bestimmungen, der Betrieb und die Uebersichtlichkeit auf den Bahnhöfen wesentlich erleichtert werden könnte, wenn z. B. die vereinte Anwendung der erwähnten Gleistheile etwa in der Weise erfolgte, dass die Weichen nur in der Verbindung mit den Hauptgleisen, und in den Nebengleisen dagegen Drehscheiben und Schiebebühnen au niveau zur Verwendung gelangten.

Die Weichen werden entweder einzeln für die eine oder die andere Richtung, oder mehrere derselben zusammen von einer Stelle aus — Centralweichenstellung — gestellt. Mit der Centralweichenstellung ist gleichzeitig die centrale Signalstellung zu verbinden.

Ist eine solche Einrichtung auch weniger bei Rangirgleisen zur Anwendung zu bringen, so ist dieselbe jedenfalls für die Weichen der durchgehenden und Hauptgleise zu empfehlen. —

Literatur.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1863, p. 477. Der Oberbau und die Gleisverbindungen der englischen Eisenbahnen.

Allgemeine Bauzeitung. Wien. 1863, p. 216. Signalscheiben für Ausweichen von v. Weber.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1857. Sicherheitsvorrichtung für Eisenbahnen, von M. Viguières aus den Annales des ponts et chaussées, von Th. Weishaupt. Berliner Organ, Bd. IV, p. 233. Sperrvorrichtung auf Nebengleisen der französischen Ostbahn.

Daselbst, Band V, p. 75. Sicherheitsvorrichtung der Weichen.

Daselbst, Band IV, p. 256. Ueber Weichen und Kreuzung in Hauptgleisen.

Allgemeine Bauzeitung. Wien 1867, p. 358. Gleichzeitige Bewegung mehrerer Weichen im Bahnhof Stuttgart.

Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1859, p. 375. Die Verbindung der Gleise durch Weichen mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung einer einheitlichen Weiche.

Sammlung bewährter Bahnhofsgrundrisse von den Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. Vierter Supplementband des Organs f. d. F. d. E.-W. Wiesbaden 1870.

Schmitt, Dr. Ed., Vorträge über Bahnhöfe und Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. 1. Theil. Anlage der Bahnhöfe mit 174 Holzschnitten und 18 lithogr. Tafeln. Leipzig 1873.

Hartwich, Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten. Berlin 1874.

Derselbe, Bemerkungen über Transportmittel und Wege, sowie über Gestaltung und Verwaltung des Eisenbahnwesens. Berlin 1876.

Schwabe, H., Ueber das englische Eisenbahnwesen. Berlin 1871.

Desgl. Neue Folge, mit einem Atlas von 16 Blatt. Wien 1877.

Derselbe, Ueber Kohlenverkehr auf preussischen Eisenbahnen. Berlin 1875.

Ferner vergl. man die am Schlusse des Capitels IX angeführten Werke.

XIV. Capitel.

Die Eisenbahn-Hochbauten auf den Bahnhöfen und ausserhalb derselben.

Bearbeitet von

J. Rasch,

K. Regierungs- und Baurath in Berlin.

(Hierzu die Tafeln XLII bis LII.)

---

§ 1. Einleitung. — Wenn man die älteren mit den neueren Eisenbahn-Hochbauten vergleicht, so nimmt man Veränderungen wahr, welche im Einklange stehen mit der grossartigen Thätigkeit, die im Allgemeinen auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens geherrscht hat. Eisenbahnbauten, welche uns vor 20 Jahren durch ihre Grossartigkeit in Erstaunen setzten, erscheinen uns jetzt häufig als kleinliche unpassende Erzeugnisse, welche entweder bereits verlassen werden mussten, oder doch dem jetzigen Verkehrsumfange nicht mehr zu entsprechen vermögen. Allerorten war man zu Umbauten, Erweiterungen oder Neubauten gezwungen und fand dabei Gelegenheit, die gesammelten Erfahrungen über den Umfang und die Erfordernisse des Verkehrs, sowie bezüglich der Technik der Bauten zu verwerthen.

Hatte man angefangen, nach Art gewöhnlicher Wohngebäude die ersten Bahnhofsgebäude zu erbauen und in der einfachsten Construction mit den gebräuchlichen Constructionsmitteln auszuführen, so wurden bald ungewöhnliche Dimensionen für Vestibüle, Wartesäle und Hallen und in Folge dessen Constructionen Erforderniss, welche mit den bekannten gewöhnlichen Mitteln sich nicht ausführen liessen.

Zunächst zeigte sich dabei das Bestreben nach grösserer Solidität der Bauten, welches allmälich zu einem rationellen Constructivbau führte. Im Aeusseren trat mit der Einführung des Rohbaues — insbesondere des Backsteinrohbaues — an die Stelle des Architravs, wo derselbe widersinnig und nur mit Scheinconstructionen möglich gewesen wäre, die Bogenform. Decoration, welche bei Putzbauten mit geringen Mitteln zu erreichen war, ordnete sich mehr und mehr der Construction unter; und diese bedurfte der Decoration um so weniger, je besser und rationeller sie durchbildet wurde. Architectonische Formen entwickelten sich aus Constructionen und an die Stelle von Formkünsteleien trat ein wirklich kunstgerechtes Mauerwerk.

Das Auftreten mittelalterlicher Stylformen, insbesondere des romanischen Styles, wie wir ihn bei den Bayerischen, Badischen, Hannoverschen und Braunschweigischen Eisenbahnbauten in ausgedehntem Maasse angewandt finden, erklärt sich damit als

gesundes Bestreben nach Solidität und wahrer rationeller Construction. Jedoch weder auf diesem Wege, noch bei dem Festhalten der antiken Bauweise konnte den Forderungen in allem Maasse Rechnung getragen werden. Neue Elemente, neue Motive waren anzuwenden und besonders für die constructive Durchbildung der Gebäude nothwendig. Der Gewölbebau erfordert Stützen und starke Widerlagsmauern oder Pfeiler. Beide sind für den Verkehr in Eisenbahngebäuden hinderlich, in Empfangsgebäuden und Hallen sogar durchaus verwerflich. Um Stützen entbehrlich zu machen und die Mauern auf ein Minimum der Stärke zurückführen zu können, wurde nunmehr das Eisen als vorzügliches Material zu Ueberdeckungen immer unentbehrlicher, und die Verwendung desselben nahm Dimensionen an, wie sie sonst im Hochbauwesen selten vorzukommen flegen, vergangene Kunstepochen aber überall nicht aufzuweisen haben.

Der architectonischen und ästhetischen Durchbildung setzte jedoch das Eisen bislang noch nicht überwundene Schwierigkeiten entgegen, sowohl in Bezug auf die Gestaltung der Eisenconstructionen, als auch auf den Zusammenhang und die organische Verbindung derselben mit den tragenden Mauern und Stützen. Die Lösung der damit vorliegenden Aufgabe wird wesentlichen Einfluss auf die Stylfassung unserer Epoche ausüben und die Anwendung des Eisens kann schon jetzt als charakteristische und wesentliche Neuerung in der Architectur unserer Zeit bezeichnet werden, insofern die neueren Schöpfungen im Eisenbahn-Hochbau zu den umfangreichsten und bedeutendsten architectonischen Leistungen unserer Zeit zu zählen sind. Mit der häufig angewandten Bezeichnung »Eisenbahn-Baustyl« ist auch bereits ein neues Etwas gekennzeichnet, dessen Einfluss in grossem Umfange an industriellen Bauten aller Art und an Wohngebäuden in der Nähe der Bahnen, schon in den kleinsten Dörfern, bemerkbar geworden ist. Dieser indirecte Nutzen der Eisenbahnen ist in volkswirthschaftlicher Beziehung nicht hoch genug anzuschlagen und besteht hauptsächlich in der Verbreitung einer rationellen Bauweise.

Bedenken wir ferner, dass der Eisenbahn-Hochbau mehr als andere Hochbauzweige bedeutende Aufgaben an die Architecten und die Ingenieure stellt, dass für Bahnhofsgebäude unglaubliche Summen verausgabt werden, so müssen wir die Wichtigkeit erkennen, welche auf ein sorgfältiges Studium aller einschlagenden Verhältnisse gelegt werden sollte. Davon durchdrungen, haben wir uns bemüht, die vorliegende Aufgabe ausführlicher zu behandeln, als es sonst wohl geschehen ist. Zerstreut in Zeitschriften vielfach sich findendes schätzbares Material haben wir dabei gesammelt, und soweit es zur Zeit möglich war, Schlussfolgerungen zu ziehen und Principien aufzustellen versucht, welche bei Aufstellung von Projecten Anhaltspunkte bieten werden.

§ 2. Allgemeine Erfordernisse der Eisenbahn-Hochbauten. — Wir theilen die Eisenbahn-Hochbauten in Bezug auf ihre architectonische Behandlung und Ausführung in zwei Kategorien. In die erste fallen nur die grösseren Empfangsgebäude und die damit zusammenhängenden Theile, Bureaugebäude, Administrationsgebäude. Wohngebäude höherer Eisenbahnbeamte etc. Diese beanspruchen vorzüglich solide Ausführung und architectonische Behandlung.

Jene Momente des architectonischen Ausdrucks sollen dabei zur Anwendung kommen, welche ihre Wirkung am unmittelbarsten äussern und derselben unter allen Umständen sicher sind, nämlich möglichste Klarheit und Grossartigkeit der Disposition. möglichste Grösse, wirksame Raumverhältnisse und monumentale Construction neben sparsamen Kunstformen.

Alle anderen Eisenbahn-Hochbauten sind mehr als Mittel zu industriellen Zwecken zwar solide und in guten Constructionen auszuführen, jedoch so, dass die architectonische Durchbildung untergeordnet bleibt und mit dem geringsten Aufwande von Mitteln relativ am meisten geleistet wird.

Die Ausführung der grösseren Bauten beansprucht genaue Bekanntschaft mit dem gesammten Eisenbahnwesen und Betriebe, specielle Kenntnisse und Erfahrungen im Hochbauwesen, neben Tüchtigkeit und Gewandtheit im Construiren.

Bei einigen Verwaltungen wird der Eisenbahn-Hochbau als eine eigene Specialität des Bauwesens angesehen. Die Bayerische Staatsbahn, die Oesterreichische Südbahn etc. bildeten für denselben eigene Abtheilungen für den Bau und die Unterhaltung.

Alle Gebäude sollen in einfacher Weise und mit weiser Sparsamkeit ausgeführt werden. Bei richtiger architectonischer Behandlung ist beiden Zwecken am besten und gleichzeitig zu dienen, wenn die Aufgaben nicht schablonenmässig gelöst werden, sondern entsprechende Rücksicht auf Lage, Bedürfniss und Baumaterial genommen wird. Dabei können kleine Gebäude ebensowohl stattlich erscheinen, als übermässig grosse, und bei passender gruppirter Anlage kann den vorhandenen und zukünftigen inneren Bedürfnissen oft besser entsprochen werden, als bei Aufstellung von streng symmetrischen Formen.[1])

Alle Bahnhofsgebäude sollen vor Allem die beabsichtigten Zwecke vollständig und in einfachster Weise erfüllen. Bei Projectirung derselben soll vor Allem eine verständige Construction Berücksichtigung finden und diese die Hauptmotive für die zu wählenden architectonischen Formen abgeben, welche im Allgemeinen einfach zu halten sind.

Nicht zu übersehen ist auch, dass die Eisenbahngebäude fast immer isolirt stehen und deshalb Schutz vor Wind und Wetter besonders nothwendig machen. Die Nähe der Locomotiven setzt sie ferner häufig der Feuersgefahr aus, weshalb bei manchen vorzüglich unverbrennbare Materialien zu verwenden zweckmässig ist.

Vor Allem empfiehlt es sich deshalb auch, durchgängig den Massivbau, insbesondere den Backsteinrohbau zur Anwendung zu bringen und nur da den Fachwerksbau vorzuziehen, wo der Massivbau unverhältnissmässig theuer werden würde oder wo das betreffende Gebäude mehr als ein interimistisches angesehen werden kann.

Alle grösseren Locale, als Vestibüle, Wartesäle, Gepäckannahmen, Werkstätten, Locomotivgebäude etc. sollen eingeschossig ausgeführt werden; die erforderlichen Beamtenwohnungen sind über den kleineren Räumen oder in getrennten Gebäuden anzuordnen und sollen stets eigene, von den Räumen für das Publicum getrennte Zugänge erhalten.

§ 3. Eintheilung der Gebäude. — Die verschiedenen Arten von Eisenbahnbaulichkeiten, welche wir nun näher betrachten werden, sind:

I. Die Empfangsgebäude, und zwar:
   a. der Haltestellen,
   b. der Zwischenstationen,
   c. der End- und Kopfstationen,
   d. der Trennungsstationen.

II. Die Perronüberdachungen.

III. Die Personenhallen.

IV. Die Güterschuppen.

---

[1]) Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 2. Auflage. Berlin 1866.

V. Lagerhäuser, steuerfreie Niederlagen.
VI. Locomotivschuppen.
VII. Wasserstationen.
VIII. Schuppen zur Unterbringung von Feuerungsmaterial, Cokeschuppen.
IX. Wagenschuppen.
X. Reparaturwerkstätten.
XI. Dienstwohngebäude für untere Eisenbahnbeamte und Wärterhäuser.
XII. Retiradengebäude.
XIII. Nebengebäude, Stallgebäude, Eiskeller etc.

I. Empfangsgebäude.

§ 4. Vereinsbestimmungen. — Die ersten Bestimmungen bezüglich der Bahnhofs-Hochbauten wurden nach den Verhandlungen der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker zu Wien im Mai 1859 im Auftrage der Versammlung zusammengestellt von den Schriftführern A. Funk und C. Hoffmann und gingen später nach den Beschlüssen der im September 1865 in Dresden, im Juni 1871 in Hamburg und im Juni 1876 in Constanz abgehaltenen Techniker-Versammlungen in wenig veränderter Form in die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über. Bezüglich der baulichen Anlagen etc. heisst es daselbst:

§ 74. Die Perrons in den Hallen und vor den Stationsgebäuden sind zweckmässig nicht unter 7^m,500 breit anzulegen. Für Hauptbahnhöfe ist eine grössere Breite der Perrons zu empfehlen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 3^m von der Mitte des nächsten Gleises abstehen.

§ 75. Für die Ankunft und Abfahrt der Personenzüge sind auf den grossen Bahnhöfen Hallen besonders zu empfehlen; demnächst sind bedeckte Perrons als angemessen zu bezeichnen.

§ 76. Im Empfangsgebäude grösserer Stationen sind folgende Räume erforderlich:

Eine geräumige Vorhalle, welche gegen die Strasse abgeschlossen werden kann, in Verbindung mit der Billet- und Gepäck-Expedition, und wenigstens 2 Wartesäle mit Restauration, Damen- und Toilette-Zimmer, ferner ein Bureau für den Bahnhofs-Vorsteher und ein Telegraphenzimmer.

Die Wartesäle und die Gepäckexpedition müssen mit den Perrons in directer Verbindung stehen.

Auch ist, namentlich bei Uebergangsbahnhöfen, Sorge zu tragen, dass die Reisenden vom Perron aus sowohl die Billet- und Gepäckschalter erreichen, als auch den Bahnhof verlassen können, ohne die Wartesäle passiren zu müssen.

§ 77. In der Nähe der Perrons ist die Anlage von Trinkbrunnen für das reisende Publicum zu empfehlen.

§ 78. Sowohl im Empfangsgebäude selbst oder in directer, wo möglich überdeckter Verbindung mit demselben, sowie an den Perrons und neben den Hallen für ankommende Züge sind nicht zu entfernte, weithin sichtbar bezeichnete Abtritte anzuordnen, für deren regelmässige Reinigung zu sorgen ist. Es ist eine ununterbrochene Wasserspülung der Pissoirs dringend zu empfehlen.

§ 79. **Der Name des Bahnhofes ist mit grossen deutlichen Buchstaben, vom Perron aus sichtbar, anzugeben. Zweckmässig ist es, auch die Entfernungen von den nächsten Hauptbahnhöfen beizufügen.**

§ 80. **Jeder Bahnhof soll an einer dem Publicum sichtbaren Stelle eine Uhr haben, welche nach der mittleren Zeit des Ortes gestellt ist, auf grösseren Bahnhöfen vom Zugange zu denselben und von den Zügen aus sichtbar und im Dunkeln erleuchtet sein muss.**

§ 5. Die Grösse und allgemeine Anordnung der Empfangsgebäude ist abhängig

1. von dem Umfange und der Art des Verkehrs,
2. von der Lage des Gebäudes zu den Bahngleisen und Zugangswegen,
3. von der Höhenlage und Situation des umgebenden Terrains, endlich
4. von dem Charakter des verkehrenden Publicums und dessen hauptsächlichen Reisezwecken.

Wir unterscheiden demnächst wie folgt:

a. Haltestellen,
b. Zwischenstationen,
c. Endstationen, Kopfstationen, Trennungsstationen oder
d. Stationsgebäude auf Inselperrons oder Halbinselperrons.

Zu 1. Als Anhaltspunkt für die Bestimmung der Grösse verschiedener Räume der Empfangsgebäude theilen wir nachstehend zwei Tabellen (p. 712—715) mit, welche die Grösse von Räumen in ausgeführten Bahnhofsgebäuden enthalten.[2])

v. Kaven entwickelte in seinen Vorträgen über Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover Regeln für die Grösse der Wartezimmer, wie folgt:

Die Grösse der Wartezimmer bei Zwischenstationen hängt von der Einwohnerzahl des benachbarten Hauptortes und der Umgegend ab, für Letztere vielleicht diejenige Zahl, welche in einem Umkreise von 1 Meile wohnt, gerechnet, und ausserdem von der Beweglichkeit der Bevölkerung, wobei die grössere Beweglichkeit der städtischen Bevölkerung mit in Frage kommt. Dazu kommen in einzelnen Fällen noch besondere Verhältnisse, z. B. ein aussergewöhnlicher Verkehr zwischen zwei Orten; bei Bahnhöfen, wo Kreuzungen der Züge vorkommen, mit etwas längerem Aufenthalte beider Züge, werden die Wartezimmer für gleichzeitige Aufnahme von Reisenden nach beiden Richtungen entsprechende Grösse haben müssen, ebenso bei Trennungsbahnhöfen, wo oft Züge von und nach mehreren Richtungen zusammentreffen, wird eine besondere Schätzung eintreten müssen.

Die Grösse der Wartezimmer wird daher nicht allein auf die Zahl der ankommenden und abgehenden Reisenden beschränkt werden, sondern es muss umsomehr, je länger auf dem Bahnhofe angehalten wird, Raum für die Durchreisenden vorhanden sein, ebenso auch für Verwandte und Bekannte der Reisenden, welche diese zur Abfahrt begleiten oder auch in Empfang nehmen. Ausserdem muss noch Raum für die erforderlichen Mobilien sein. Für besondere selten vorkommende Gelegenheiten werden die Vorplätze und der Perron mit zu Hülfe genommen.

Die Anzahl durchschnittlich täglich ausgegebener Billets wird, zuerst abgesehen von den Durchreisenden, einen annähernden Maassstab für die Frequenz einer Station geben; annähernd wird aber auch in Ermangelung anderer Anhaltpunkte, bei gewöhn-

---

2) Deutsche Bauzeitung. Jahrgang 1868, p. 234 und 253.

Tabelle der Flächeninhalte verschied[...]

Tabelle I.

Namen der Bahnhöfe.	a Wartesäle und Restauration.		b Zimmer für hohe Personen.		c Gepäck-Annahme.		d Gepäck-Ausgabe.		e Billet-Verkauf.		f Stations-räume	
	□Meter.	Procent der Columne h.	□Meter.	Procent der Columne h.	□Meter.	Procent der Columne h.	□Meter.	Procent der Columne h.	□Meter.	Procent der Columne h.	□Meter.	Proc. der Colu. h.
I. Kopfstationen.												
Hamburger Bahn (Berlin)	327,82	14,70	63,04	2,82	172,03	8,1	474,59	21,29	24,03	1,10	277,78	12,4
Elisabeth-Westbahn (Wien)	590,13	19,70	120,66	4,00	118,20	3,94	205,86	6,90	52,01	1,74	182,23	6,0
Niederschles.-Märk. Bahn (Berlin) †)	1042,31	24,78	434,76	10,33	556 56	13,23	418,43	9,95	33,50 Im Vestibül.	0,80	459,19	10,9
Strassburg	261,43	18,75	89,83	6,44	189,33	13,58	306,64	22,48	65,01	4,67	173,56	12,4
Berlin-Hannoversche Bahn (Berlin)	1014,83	21,57	291,32	6,13	238,17	5,01	574,44	12,09	5,86 Im Vestibül.	0,12	1011,71	21,3
II. Zwischen-Stationen I. Classe mit einer Expedition.												
Köln	491,04	26,44	68,36	3,72	91,61	4,94	367,43	19,75	44,33	2,39	279,65	15,1
Eydtkuhnen	441,79	40,29	35,66	3,25	50,43	4,60	217,79	20,59	10,74	1,71	99,09	9,0
Stendal (Berlin-Hannoversche Bahn)	510,87	56,76	—	—	55,48	6,16	—	—	28,66	3,18	108,27	12,0
III. Zwischen-Stationen I. Classe mit zwei Expeditionen.												
Breslau (Oberschles.B.)	618,60	22,25	94,56	3,40	364,64	13,11	—	—	59,89	2,41	256,11	9,2
Salzburg	449,57	24,45	85,70	4,66	120,17	6,54	169,62	9,48	120,17	6,54	136,13	7,11
Basel Centralbahnhof (3. Classe)	827,43	36,60	—	—	65,70	2,95	344,76	15,25	40,09	1,77	217,39	9,5
Rheine	217,24	35,86	—	—	58,61	8,50	—	—	40,60	5,35	156,72	22,7
IV. Stationen der Abzweigbahnhöfe mit einer Expedition.												
Kreuz	347,24	45,65	85,99	11,34	61,76	8,14	—	—	36,64	4,83	99,56	13,1
Dirschau	380,91	40,74	26,96	2,87	39,79	4,26	—	—	27,18	2,90	199,57	21,6
Pasewalk	515,17	57,92	—	—	40,09	4,50	—	—	25,22	2,83	80,77	9,0

†) Im Hauptgebäude sind ausser den oben bezeichneten noch folgende Räume enthalten: Waschtoiletten = 25,06 □Meter. Eilgut = 356,62 □Meter. Steuer = 77,31 □Meter, disponibeler Raum = 158,23 □Meter. Ferner befinden sich im Flügelgebäude die Schiebebühne = 796,11 □Meter, Abtritte = 62,18 □Meter, Höfe = 51,51 □Meter, woran sich dann noch das Dienstgebäude für die Betriebs-Inspection schliesst.

ionsgebäude und ihrer einzelnen Theile.

Tabelle I.

g		h	i	k	l	m	n	o	p	q	
orridore, estibüle, reppen.		Summe der Columnen *a* bis *g*.	Post.	Polizei.	Abtritte und Pissoirs.	Wohnungen.	Innere Höfe.	Hallen und Perrons		Bebaute Fläche des Stationsgebäudes excl. Hallen.	Bemerkungen.
ter.	Procent der Columne *h*.							bedeckt.	offen.		
		□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.	
,81	39,53	2230,12	79,28	26,58	70,52	264,96	56,92	3102,87	462,96	3516,59	Grösseres Zollamt.
,20	57,64	2999,14	168,63	98,69	97,33	44,12	1177,13	4748,87	—	—	Restauration für Einheimische.
,38	29,99	4206,13	732,84	26,73	137,90	—	—	7848,34	—	7069,90	Billet-Verkauf im Vestibül.
3,94	21,61	1391,85	118,98	—	—	131,84	—	2777,81	—	2154,27	Kaffeehaus für Einheimische u. Steueramt.
3,42	33,96	4749,75	1017,05	67,77	232,88	—	54,37	6973,96	—	8257,21	Billet-Verkauf im Vestibül.
3,59	27,66	1854,82	122,18	—	42,81	—	—	6254,00	—	2708,85	Zollamt.
3,78	20,51	1095,25	18,71	—	51,22	70,91	—	1152,49	4201,18	1493,57	Zollamt u. besonderes Postamt ausserhalb der Station. Inselperron.
3,83	21,87	900,11	*56,41	—	*92,40	773,71	—	708,00	11865,00	1840,39	
,55	49,62	2778,53	138,93	—	131,84	56,92	—	3886,96	—	4645,23	Zollamt für 2 Bahnen.
,20	41,22	1737,09	175,52	54,40	53,19	26,00	—	—	1028,38	3059,53	Zollamt für Oesterreich und Zollverein.
1,38	33,85	2260,65	2,26	23,04	131,84	—	—	5759,03	—	2720,67	Billet- und Gepäckannahme im Vestibül.
,62	27,56	689,02	86,47	—	—	—	—	1367,70	—	1181,01	Zwei Expeditionen.
7,60	16,88	758,15	—	—	117,21	51,82	—	—	5004,00	958,92	Besonderes Postlocal.
,04	27,78	104,79	125,09	—	83,13	70,12	243,19	222,21	4990,39	1944,85	
7,72	25,67	889,48	83,03	—	122,53	79,78	—	265,95	10012,92	1330,19	

Die mit * bezeichneten Räume befinden sich im westlichen Flügel, worin ausserdem noch enthalten sind: Stationsräume = 84,01 □Meter, Treppen und Ausgänge = 64,60 □Meter und Wohnräume incl. Treppenfluren = 180,77 □Meter. Im östlichen Flügel sind belegen: Bureau-Zimmer = 33,08 □Meter, Eilgut = 122,92 □Meter, Treppenräume = 28,88 □Meter und Wohnräume incl. Treppenfluren = 180,77 □Meter.

Tabelle II.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Bahnhöfe.	I. Vestibüle. Meter.	I. □Meter.	II. Gepäckannahme. Meter.	II. □Meter.	III. Gepäckausgabe. Meter.	III. □Meter.	IV Wart I. Cl Meter.
1	Bahnhof der Königl. Preuss. Ostbahn. Berlin	21,02.15,37	323,38	15,37.29,97	460,98	—	—	7,06.12,24
	Ankunftsseite . . .	21,02.15,37	323,38	—	—	11,14.29,97	333,92	—
2	Bahnhof der Berlin-Görlitzer Bahn. Berlin	15,29.16,63	254,53	14,90.21,34	318,15	—	—	5,64.7,06
	Ankunftsseite . . .	4,33.17,88	75,74	—	—	10,19.31,38	320,13	—
3	Bahnhof Zürich . . .	—	—	—	—	—	—	—
4	Bahnhof Würzburg .	5,64.94.15	531,92	10,35.10,67	110,51	—	—	15,69.23,22
5	Bahnhof Stuttgart. .	28,55.31,38	896,38	2. 8,78.20,08	353,91	2. 13,17.17,26	476,75	2. 6,27.10,04
6	Bahnhof der Leipzig-Dresdener Bahn. Leipzig	10,67.21,02	224,37	6,59.11,29	74,46	—	—	7,21.11,92
	Ankunftsseite . . .	8,47.21,02	178,18	—	—	5,64.21,02	118,79	—
7	Bahnhof der Sächs.-Böhmisch. Bahn. Dresden	7,84.48,96 2. 6,59.7,53	} 483,44	11,29.12,55	141,84	2. 6,59.12,55	165,48	6,27.17,26
8	Bahnhof der Westbahn in Wien .	18,83.14,12 14,12.15,06	} 478,71	8,47.14,11	119,67	—	—	7,53.8,15
	Ankunftsseite . . .	14,12.24,47	345,74	—	—	8,78.24,47	216,00	—
9	Bahnhof der Franz. Nordbahn. Paris	8,78.48,01	412,86	8,78.23,22	204,08	—	—	8.78.39.23
	Hauptbahn-Linien	9,41.87,56	824,47	27,61.37,97	1058,63	—	—	23,22.58,37
	Ankunftsseite . . .	—	—	—	—	{ 28,55.25,42 38,60.38,91	726,05 1502,37	9,41.38,60 5.02.35,77
10	Bahnhof der Orleans-Bahn. Paris . . .	17,26.37,03	639,28	20,71.59,63	1235,18	—	—	20,71.59.58
	Ankunftsseite . . .	14,75.10,04	147,14	—	—	14,75.107,65	1547,97	>
11	Centralbahnhof Köln	—	76,83	11,29.11,29	127,65	30,12.10,98	330,96	19,14.9,72
12	Bahnhof zu Hannover	2. 6,11.13,18 2. 3,13.5,02	} 192,85	2. 5,80.8,78	102,04	2. 7,53.17,57	284,76	2. 6,27.13,49
13	Bahnhof der Königl. Niederschl.-Märkischen Eisenbahn in Berlin .	17,88.15,69 mit Vorhalle. 17,88.7,21	280,72 129,13	15,69.29,65	465,42	—	—	7,37.15,69
	Ankunftsseite . . .	17,88.13,33 mit Vorhalle. 17,88.3,45	238,57 61,76	—	—	11,29.37,03	418,43	—

Tabelle II.

V. Vartesaal [. Classe.		VI. Wartesaal III. Classe.		VII. Wartesaal IV. Classe.		VIII. Restauration oder Speisesaal.		IX. Baukosten.	Bemerkungen.
er.	□Meter.	Meter.	□Meter.	Meter.	□Meter.	Meter.	□Meter.	Mark.	
.18,83	212,76	11,29.18,20	205,66	11,29.18,33	212,76	←	<	1,800,000 Hallendach.	37,34.188,31 Meter Hallengrösse.
.18,83	212,76	—	—	—	—	—	—	297,000	
.14,90	152,08	10,67.13,33	142,33	10,67.16,78	179,06	←	<	1,320,000 Hallendach.	37,03.167,91 Meter Hallengrösse.
-	—	—	—	—	—	—	—	135,000	
esäle und Restaurationslocale im Ganzen				———			935,78	1,980,000 incl. Halle.	43,32.169,48 Meter Hallengrösse.
———	<	10,98.19,77	117,19	←			<	516,000	Ueberdachter Perron.
.29,18	549,65	25,10.29,18	732,80	←	<	29,18.11,61	430,46	—	2 Hallen à 28,87.164,14 Meter.
———	<	9,41.11,92	112,29	←	<	6,90.11,92	82,34	720,000 incl. Halle.	Halle: 26,67.75,32 Meter.
-	—	—	—	—	—	—	—		
———	<	8,78.15,06	132,38	←	<	6,27.17,26	108,35	900,000 incl. Perrondach.	Ueberdachter Perron.
20,71	156,02	7,53.22,59	170,20	←	<	9,41.21,34	200,94	—	Halle: 169,48.27,30 Meter.
-	—	—	—	—	—	—	—		
———					<	—	—	4,500,000 incl. Halle.	Halle: 70,30.178,89 Meter.
———					<	—	—		
———					<	—	—		
———					<	—	—		
———					<	10,35.60,20	624,11	5,100,000 incl. Halle.	Halle: 67,16.279,32 Meter.
39,85	558,41	←			<	—	—		
———	<	15,06.15,69	236,40	←	<	19,14.9,72	186,25	—	Halle: 43,93.125,54 Meter.
———	<	2. 9,10.9,41	171,39	←	<	12,86.8,47 7,53.3,45 12,24.7,84	231,08	—	Halle: 15,37.102,62 Meter.
18,28	206,54	11,29.18,28	206,54	11,29.22,12	247,32	←	<	ca. 1,800,000 incl. Hallendach.	37,66.208,39 Meter.
18,28	206,54	—	—	—	—	—	—	Eisenconstruction des Hallendaches ca. 195,000.	

lichen Durchgangsstationen die Frequenz der Durchreisenden dieser Anzahl proportional zu schätzen sein, da bei Stationen grösserer Frequenz meistens länger gehalten wird als bei kleinen Stationen. Kennt man nun die obigen Verhältnisse für gewisse, bereits bestehende Stationen, so lässt sich, angenommen, dass die Grösse der Wartezimmer dieser Stationen als zweckmässig gewählt befunden, auch auf die erforderliche Grösse dieser Räumlichkeiten schliessen auf anzulegenden Stationen, die sich in ähnlicher Umgebung befinden.

Obgleich das statistische Material, um Annäherungen zu haben, reichlich vorhanden sein muss und die besonderen Verhältnisse gewürdigt werden müssen, so möge beispielshalber aus einigen vorliegenden Zahlen ein Versuch gemacht werden, dessen Ergebnisse bei Vorlage von mehreren Daten sich modificiren würden. Indessen sind die durch derartige Bestimmungen gewonnenen Anhaltpunkte immer noch eben so viel werth als blosse Schätzungen. Für Endbahnhöfe und grosse Bahnhöfe, wo der Verkehr der Durchreisenden überwiegt, für Bahnhöfe, welche neben einem Orte liegen, wo Hauptstrassen münden oder abgehen, für Bahnhöfe, wo, nachdem mehrere Stunden Fahrt verflossen, bei längerem Aufenthalt die Reisenden sämmtlich aussteigen, um sich zu restauriren, kann das Folgende, wie die Herleitung zeigt, selbstredend nicht gelten, vielleicht aber bei Zwischenstationen, wo ein regelmässiger, weniger undulirender Verkehr stattfindet.

Tabelle I.

Bezeichnung des Ortes, woran die Station liegt.	Einwohnerzahl: des Ortes.	Einwohnerzahl: der Umgegend auf 1 Meile Entfernung vom Orte.	Auf 100 Städter kommen daher Landbewohner in Entfernung vom Kreis von einer Meile Halbmesser.	Im Ganzen tägl. auf der Station ausgegebene Billets.	Davon kommen auf 100 Billets I. und II. an Billets III. Classe.	Ein Einwohner der Stadt und Umgegend reist durchschnittlich jährlich Male.	Grösse der Wartezimmer: I. und II. Classe und Damenzimmer.	Grösse der Wartezimmer: Zusammen.	Grösse der Wartezimmer: III. Classe.	Grösse der Wartezimmer: Zusammen I., II. u. III. Classe mit Damenzimmer.	Grösse der Wartezimmer: 500 + 7 Z □'.
Bückeburg	4000	6000	150	114	380	4,17	504 D 198	702	504	1206	1298
Celle . . .	12313	3478	28	132	340	3,04	560 D 170	730	676	1406	1424
Burgdorf .	2363	5893	207	62	910	2,76	222	—	442	664	934
Hildesheim	14700	13987	95	205	440	2,61	570 D 157	727	725	1452	1935
Verden . .	5050	8300	164	91	510	2,51	380 D 160	540	552	1092	1137
Lüneburg .	12475	7980	64	115	460	2,05	760 D 143	903	903	1806	1300
Peine . .	2996	11913	400	75	750	1,84	400	—	380	780	1025
Stadthagen	1900	6000	315	39	770	1,81	525	—	672	1197	873
Nienburg .	7400	7200	97	60	500	1,50	560 D 184	744	710	1454	920
Winsen . .	2129	9502	446	47	960	1,47	322	—	486	808	829
Bevensen .	1327	9885	740	38	840	1,25	280	—	380	660	766
Eistrup . .	380	7700	2027	5,4	560	1,05	252	—	280	532	538

Nach Funk und Debo, die Eisenbahnen im Königreich Hannover p. 60 (1852) und mit Zuhülfenahme der Betriebsnachweisung dieser Bahnen vom 1. Juli 1860 bis [...]hin 1861 hat man z. B. Tabelle I, worin etwaige bis 1861 vorgekommene geringe [...]derungen den vor 1852 ermittelten Einwohnerzahlen nicht von nennenswerthem [...] sind.

Nach derselben würde man, unter Vorbehalt, dass mehrere derartige Daten die folgenden Zahlen ändern könnten, in runden Zahlen etwa eine ähnliche Tabelle II wie die folgende aufstellen können, welche den Zusammenhang zwischen der Beweglichkeit und dem Verhältniss der Anzahl Landbewohner zu der Anzahl von Städtern und der Anzahl Billets der verschiedenen Classen enthält.

Tabelle II.

Auf 100 Städter kommen Landbewohner in 1 Meile Umkreis.	Beweglichkeit. Ein Einwohner der Stadt und Umgegend reist jährlich Male.	Verhältniss der Billets III. Classe zu denen I. und II., letztere Anzahl = 1 gesetzt, n =
100	4,0	3,0
150	3,5	3,5
175	3,0	4
200	2,5	5
400	2,0	6
600	1,5	7
1000	1,0	8

Wie nun die Tabelle I ergiebt, lässt sich, wenn Z die Anzahl überhaupt täglich genommener Billets bezeichnet, die gesammte Grundfläche R der Wartezimmer durch eine Constante und eine von der Anzahl der Reisenden abhängige Grösse annähernd und reichlich gegriffen durch $(500 + 7Z)$ in Quadratfussen darstellen. Bezeichnen F_I den Antheil von dieser Fläche für die erste und zweite Classe nebst Damenzimmer, und F_{III} den Antheil für die dritte Classe, so ist also:

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{F_I}{(F + F_{III})} \cdot R$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{F_I}{(F + F_{III})} \cdot R$$

wobei $R = (500 + 7Z)$ Quadratfuss. Wurden nun auf ein Billet erster und zweiter Classe n Billets dritter Classe genommen, so sind im Ganzen $\frac{Z}{n+1}$ Billets erster und zweiter, und $\frac{nZ}{n+1}$ Billets dritter Classe, welche zusammen wieder Z Billets geben, genommen. Dieser Anzahl Billets entspricht die Zahl der abgehenden Reisenden und man darf vielleicht, wie oben bemerkt, auch derselben die Zahl der ankommenden Reisenden und eventuell der aussteigenden Durchreisenden, also den ganzen Verkehr im Wartezimmer dieser Anzahl Billets proportional annehmen. Nimmt man ferner an, dass in jedem Wartezimmer 200 Quadratfuss für Mobilien, der übrige Raum für die Reisenden disponibel sein soll, und dass ein Reisender erster und zweiter Classe den dreifachen Raum eines Reisenden der dritten Classe beanspruchen darf, so kann man setzen F_I proportional

$$200 + \frac{3Z}{n+1} \text{ und } F_{III} \text{ proportional}$$

$$200 + \frac{nZ}{Z+1} \text{ also } F_I + F_{III} \text{ entsprechen}$$

$$200 + \frac{3Z}{n+1} + 200 \frac{nZ}{n+1} \text{ oder}$$

$$400 + \frac{(n+3)Z}{n+1}$$

und der Antheil jeder Classe an dem ganzen Raum ist für die erste und zweite Classe und das Damenzimmer

$$\frac{F}{F_I + F_{III}} \cdot R = \frac{200 + \frac{3Z}{n+1}}{400 + \left(\frac{n+3}{n+1}\right) Z} \cdot (500 + 7Z)$$

also I. und II. Classe $= \frac{200(n+1) + 3Z}{400(n+1) + (n+3)Z} \cdot (500 + 7Z)$

und III. Classe $\frac{F_{III}}{F_I + F_{III}} \cdot R = \frac{200 + \frac{nZ}{n+1}}{400 + \left(\frac{n+3}{n+1}\right) Z} \cdot (500 + 7Z)$

$$\text{III. Classe} = \frac{200(n+1) + nZ}{400(n+1) + (n+3)Z} \cdot (500 + 7Z)$$

Für Bückeburg ist z. B. $Z = 114$, und $n = 3{,}8$; und danach

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{200 \cdot 4{,}8 + 3 \cdot 114}{400 \cdot 4{,}8 + 6{,}8 \cdot 114} \cdot 1298 = 0{,}48 \cdot 1298 = 623{,}04$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{200 \cdot 4{,}8 + 3{,}8 \cdot 114}{400 \cdot 4{,}8 + 6{,}8 \cdot 114} \cdot 1298 = 0{,}52 \cdot 1298 = 674{,}96$$

zusammen $623{,}04 + 674{,}96 = 1298$ Quadratfuss.

Sei beispielsweise eine Station an einer Stadt von 6000 Einwohnern mit 12000 Landbewohnern auf eine Meile Umkreis gelegen, so kommen auf 100 Städter also 200 Landbewohner, weshalb nach Tabelle II. jeder dieser 18000 Bewohner im Jahre durchschnittlich 2,5 Mal reisen würde. Die Anzahl jährlich genommener Billets würde also etwa $2{,}5 \cdot 18000 = 45000$ betragen oder täglich $\frac{45000}{365}$ = rund $124 = Z$. Nach der Tabelle würde $n = 6$ sein, man hätte also die Grösse der Wartezimmer für eine Durchgangsstation unter gewöhnlichen Verhältnissen

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{200 \cdot 7 + 3 \cdot 124}{400 \cdot 7 + 9 \cdot 124} \cdot (500 + 7 \cdot 124)$$

$$= \frac{1772}{3916} \cdot 1368 = 619{,}92 \text{ Quadratfuss}$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{200 \cdot 7 + 6 \cdot 124}{400 \cdot 7 + 9 \cdot 142} \cdot (500 + 7 \cdot 124)$$

$$= \frac{2144}{3916} \cdot 1368 = 748{,}98$$

also etwa resp. 620 und 750 Quadratfuss.[3])

§ 6. Zu 2. Bezüglich der Lage des Gebäudes zu den Bahngleisen und Zugangswegen sind die vorhandenen Hauptverkehrswege zu berücksichtigen, die Anlage eines entsprechend grossen Vorplatzes zum Vorfahren ist möglich zu machen und das Gebäude dem Schwerpunkte der Anwohnerschaft möglichst nahe zu legen. Wenn nicht wesentliche Bedenken entgegenstehen, so soll das Empfangsgebäude an der Seite

---

3) Bei dem Aufschwunge, welchen gegenwärtig Industrie und Handel genommen haben, ergiebt die vorstehende Rechnung zu kleine Resultate. Man thut gut, viel reichlicher zu greifen und ausserdem die Möglichkeit der Vergrösserung vorzusehen. Anmerk. d. Redact

der Bahngleise erbaut werden, an welcher die meisten und hauptsächlichsten Baulichkeiten des Stationsortes liegen, und diesen so nahe wie möglich liegen. Dabei muss Sorge getragen werden, dass die vor dem Empfangsgebäude haltenden Züge die Passage und noch viel weniger den Zugang zu demselben sperren.

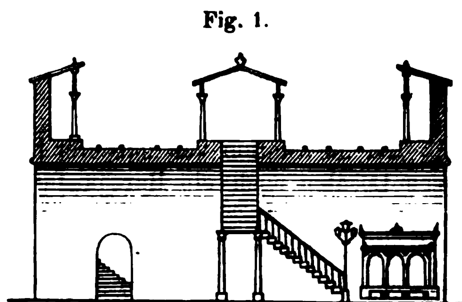
Bei grossen Endbahnhöfen in der Nähe oder inmitten grosser Städte richtet sich die Grundrissanordnung der Empfangsgebäude unmittelbar nach der Form der zu Gebote stehenden Terrainflächen und nach den anliegenden Strassen oder Plätzen. Die Grundrisse des Bahnhofes der Lyoner Eisenbahn zu Paris Fig. 1, Tafel XLV, des Empfangsgebäudes der Great-Northern-Bahn Fig. 5 ebendaselbst und des Empfangsgebäudes der Great-Western-Bahn auf derselben Tafel, Fig. 8[4]), geben in dieser Beziehung interessante Beispiele, wie man gegebenen örtlichen Verhältnissen und Terrainflächen bei der Grundrissanordnung im Grossen Rechnung tragen muss.

Von den Bedingungen für die Wahl der Lage der Bahnhöfe ist bereits im vorigen Capitel § 2 die Rede gewesen.

Zu 3. Bezüglich der Höhenlage des umgebenden Terrains kann es zweckmässig sein, die Räume des Empfangsgebäudes in zwei Etagen zu vertheilen.

Bei der Vauxhall-Station in London, einer Zwischenstation der South-Western- und Richmond-Eisenbahn, deren Züge von der Waterloo-Station abgehen, während die Doppelgleise beider Bahnen bis Battersea auf demselben Damme nebeneinander liegen, ist, durch die Terrainverhältnisse begünstigt, eine derartige Anordnung gewählt, wie sie aus dem Durchschnitt Fig. 1 zu erkennen ist. Die vier Gleise liegen hier auf Bogenstellungen über dem Terrain. Eine Oeffnung dieser Bogen dient als Vestibül und zur Billetausgabe, die nebenliegenden als Warteräume und Dienstlocale. Von dem Vestibül aus steigt man auf drei verschiedenen Treppen nach den drei durch leichte Hallen überdeckten Perrons hinauf und braucht nie ein Gleis zu überschreiten, um zu dem Zuge zu gelangen, welchen man benutzen will.

Fig. 1.



Bei den kleineren Bahnhöfen der Pariser Gürtelbahn von Paris nach Auteuil liegen die Wartesäle über den Gleisen und bei der Bahn von Montpellier nach Nimes unter denselben.

In allen Fällen soll die Disposition der Räume für das Publicum und das Stationspersonal in Bezug auf die Wechselbeziehungen beider zu einander und zu dem Theile der Gleise, auf welchem die Züge halten, so vortheilhaft wie möglich getroffen

4) In dem Bahnhof der Great-Northern-Bahn (Fig. 5, Tafel XLV bezeichnen: *1. 2. 3. 4* Betriebsbureaus, *5. 6* Telegraphenbureaus, *7. 8* Bureau des Stationsingenieurs, *9* Aborte, *10. 11* Wartesäle, *12* Damenzimmer, *13* Vestibül, *14* Billetverkauf, *15* Stationsvorsteher, *16* Cassengewölbe, *17* Bahnhofsinspector, *18* Buchhandel, *19. 20* Damenwartesäle, *21* Cabinet, *22* Closet, *23* Buffet, *24. 25* Bureaus, *26. 27. 28. 29* Bureaus des Oberaufsehers, *30* Aborte für Männer, *31. 32* Gefundene Gegenstände, *33* Arbeiter, *34* Eilgüter, *35* Bedeckter Hof für Eilgut, *36. 37. 38* Wächter, *39. 40. 41* Aufseher, *42* Hofraum, *43* Pissoir;

und in dem der Great-Western-Bahn Fig. 8, Tafel XLV: *1* Latrinen, *1. 2. 3. 3'* Wartesäle 2. Classe, *3''* Stationsvorsteher, *4* Billetverkauf und Vestibül, *5. 5'* Gepäckannahme, *6* Cabinet, *7. 8* Vestibül, *9. 9'* Buffet, *10* Latrinen, *11* Bureaus, *12* Eilgut, *13* Bureaus, *14* Billetfabrikation.

Vergl. Perdonnet, Tr. E. des chemins de fer. II. Band.

werden. Die Kosten der Anlagen dürfen darnach erst in zweiter Linie in Betracht kommen.

Zu 4. Gehört das verkehrende Publicum wesentlich dem Arbeiterstande an, dient das Gebäude überall mehr Reisenden, welche Handel, Gewerbe, Industrie, Ackerbau oder Viehzucht betreiben, so wird die Einrichtung und Ausstattung eine andere sein müssen, als wenn das in demselben hauptsächlich verkehrende Publicum mehr den höheren Ständen angehört oder zum Vergnügen reist.

Grosse Städte endlich stellen in architectonischer Beziehung höhere Anforderungen an die Bahnhofsgebäude als kleine Landstädte: und diesen Anforderungen muss ebenfalls entsprochen werden.

Es kann nicht Absicht sein, näher darauf einzugehen, wie den verschiedenen Anforderungen Rechnung zu tragen ist, vielmehr muss dies in jedem einzelnen Falle gründlich erwogen und darnach ein Programm bearbeitet und festgestellt werden, welches der Projectirung und Ausführung zum Grunde zu legen ist. Siehe auch p. 72 im II. Capitel dieses Bandes.

§ 7. Einrichtung der Empfangsgebäude. — Die Empfangsgebäude oder Hauptgebäude der Haltestellen und Stationen enthalten gewöhnlich.

1. Vestibül.
2. Ein oder mehrere Billetverkaufslocale.
3. Einen Raum zur Annahme und Expedition des Gepäcks, resp. Eilguts.
4. Ein oder mehrere Wartesäle.
5. Ein Zimmer für den Stationsvorsteher.
6. Aborte und Pissoirs, wenn dieselben nicht in besonderen Nebengebäuden angelegt werden.

Ist die Station von mittlerer Bedeutung, so enthält das Stationsgebäude ausser diesen Localen noch ein Bureau für den Stationsvorsteher, ein Telegraphenbureau, einen Raum zur Ausgabe des angekommenen Gepäcks, einen Raum zur Aufbewahrung von Gepäckstücken und liegengebliebenen Gütern; mehrere Locale für Beamte, welche den Dienst auf dem Bahnhofe wahrzunehmen haben, Zimmer für Lampenputzer, für Wärmekästen, Geräthe, Feldbetten etc.; endlich Wohnungen für die Stationsvorsteher und sonstige Beamte nach Maassgabe der Wichtigkeit der Stationen.

Ein grosses Stationsgebäude enthält noch: verschiedene Bureaus für Betriebsbeamte, Stationsvorsteher, Assistenten, Nachtwächter, Telegraphisten etc.; verschiedene Locale für Fahrbeamte und Weichensteller etc.; Post- und Steuerbureaus, Briefpost, Zimmer für Polizeibeamte; besondere Ausgänge für die Reisenden ohne Gepäck und für die, welche Gepäck abzufordern haben; eine Restauration, Speisesaal und eine Wohnung des Restaurateurs. Endlich findet man in den Endstationen häufig die Bureaus der Administration, des Oberingenieurs, Betriebsingenieurs etc.; die Wohnungen für Beamte der Direction und andere höhere Beamte, sowie die Bureaus für die Steuerverwaltung etc.

Beschreibung der einzelnen Räume.

1. Das Vestibül soll leicht zugänglich sein für Fussgänger und Wagen und vor demselben soll ein hinreichend grosser Vorplatz liegen, um das Ausweichen möglich zu machen. Das Verstibül liegt gewöhnlich in der Mitte des Hofes und der Eingang zu demselben ist zweckmässig zu überdachen und so anzuordnen, dass besondere Eingänge für Fussgänger ausser einer Unterfahrt für Wagen vorhanden sind.

In England dient zur An- und Abfahrt der Reisenden sehr oft eine Vorhalle, in Belgien findet man zu demselben Zweck grosse Droschkenhallen, nicht so in Frankreich und Deutschland, wo meistens für die Wagen nur ein Schutzdach angebracht wird.

Das Vestibül soll die Zugänge zu allen den Localen der Station vermitteln, welche von dem Publicum benutzt werden müssen, soll hell und geräumig angelegt sein und möglichst directe Ausgänge nach dem Perron erhalten. Bei Anordnung der Thüren ist Sorge zu tragen, dass Zugluft möglichst vermieden wird. Pfeiler und Säulen dürfen den Raum nicht beengen.

Bei den kleinen französischen Stationen dient häufig das Vestibül gleichzeitig als Wartesaal für die III. und IV. Classe und ist mit Sitzbänken ausgestattet. Grosse Vestibüle sind vortheilhafter als Corridors oder Arcaden von gleicher Grundfläche, da sie dem Verkehre mehr nutzbaren Raum bieten, mehr Uebersichtlichkeit gewähren und Verkehrsstockungen besser vermeiden lassen. In architectonischer Beziehung bietet die Anlage des Vestibüls das rechte Mittel, in ungezwungener und ungesuchter Weise das Empfangsgebäude äusserlich wie innerlich so imposant und grossartig erscheinen zu lassen, wie es nach Maassgabe der Grösse des Gebäudes möglich ist.

2. Das Billetlocal. Das Local für den Billetverkauf muss so placirt sein, dass es beim Eintritt in das Gebäude sofort in die Augen fällt, damit Unsicherheit in der Bewegung der Reisenden verhindert werde. Es ist zu wünschen, dass die mit Billets versehenen Personen sich ohne Schwierigkeit nach den Wartesälen begeben können, sei es direct, sei es, nachdem sie das Gepäck expedirt haben. Principiell sollen sich auf diesem Wege die Reisenden, welche noch Billets zu nehmen oder das Gepäck noch aufzugeben haben, nicht begegnen. Man würde diese Bedingung am besten erfüllen, wenn man das Billetlocal dem Eingange zunächst legte, dann die Gepäckannahme, endlich die Wartesäle folgen liesse. Jedoch kämen dann die letzteren zu entfernt vom Eingange zu liegen, und da ausserdem das Reisegepäck von Gepäckträgern meistens direct nach der Gepäckexpedition gebracht wird und dieser Transport den Zugang zu den Wartesälen bei obiger Anordnung behindern würde, so legt man meistens das Billetlocal zwischen die Gepäckannahme und die Wartesäle, am besten auch in einen Pavillon, welchen man in der Mitte des Vestibüls freistehend anordnet, wie beim Stationsgebäude der Berlin-Lehrter Bahn zu Berlin. Auf frequenten Stationen und wenn der Zufluss von Reisenden beträchtlich ist, muss man die Billets an mehreren Schaltern zu gleicher Zeit vertheilen können, wobei man entweder, wie in England, die Verkaufsstellen nach den Fahrclassen oder nach den Orten sondert, für welche Billets ausgegeben werden.

Immer sind die Billetlocale als abgeschlossene Räume einzurichten. Auf den Haltestellen befindet sich das Billetlocal meistens vereinigt mit dem Zimmer des Stationsvorstehers, resp. Aufsehers, sowie der Gepäckannahme. Liegt der Bahnhof im Niveau der Strasse, so liegt das Billetlocal in demselben Geschoss, wie die übrigen Locale; wenn aber der Bahnhof höher liegt, wie beim Bahnhofe der franz. Westbahn von St. Germain, Versailles (rechtes Ufer), Rouen, Pariser Bahnhof oder der Great-Western-Bahn Bahnhof zu Bristol, so liegen die Billetbureaus gewöhnlich zu ebener Erde und die Wartesäle im ersten Geschoss. Auf der Bahn von Nimes nach Montpellier indessen liegen in Nimes die Bureaus und die Wartesäle im ersten Geschoss.

In England nehmen nicht allein die Reisenden der verschiedenen Classen ihre Billets an verschiedenen Billetbureaus, sondern sie treten sogar zuweilen durch ver-

schiedene Thüren auf das Vestibül, und wenn die Wartesäle sich in der darüber befindlichen Etage befinden, ersteigen sie verschiedene Treppen zu denselben. Sie begegnen sich nicht wieder, bevor sie auf der Ankunftsstation ankommen.

In Frankreich, wo die Gewohnheiten weniger aristokratisch sind, werden die Billets für alle Classen häufig an einem Bureau ausgegeben, und wenn die Säle nicht in derselben Etage mit dem Bureau liegen, dient dieselbe Treppe für alle Classen der Reisenden. Nur in dem Wartesaale findet eine Trennung statt.

Auf mehreren englischen Bahnen sind die Beamten bei Ausgabe der Billets nur durch einen runden Tisch vom Publicum getrennt. In Frankreich sind die Beamten der Billetausgabe immer eingeschlossen in Behältern mit Fenstern und Gittern, welche gewöhnlich an einer Wand des Vestibüls angebaut sind. Diese Einrichtung findet man auch bei den grösseren neueren deutschen Empfangsgebäuden in Berlin, Stuttgart etc. Die Billetbureaus auf dem Bahnhofe der französischen Nordbahn z. B. sind in der in Fig. 2 skizzirten Weise ausgeführt; die Flächen *a* der Vorderwand der Behälter sind mit mattem Glase verglast, die Theile *c* desgleichen, zum Oeffnen eingerichtet und mit feststehendem Messingdrahtgeflecht vergittert; *b* sind kleine Klappen, durch welche auf einer Unterlage von Messingblech der Austausch der Billets stattfindet. Vor den Fenstern ist eine eiserne Brustwehr angebracht, in welcher bei *ff* nach Bedürfniss zum Oeffnen und Schliessen eingerichtete Eingänge sich befinden. Zur Erleichterung und Beschleunigung der Billetausgabe dient:

Fig. 2.

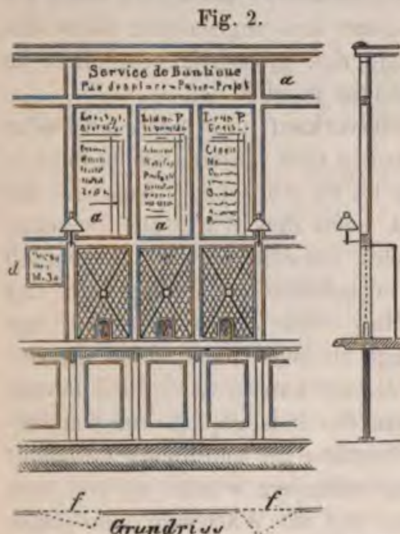
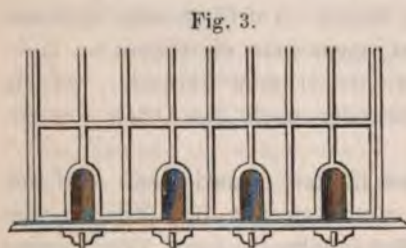


Fig. 3.



1. eine auf den Scheiben *a* deutlich geschriebene Fahrtaxe, welche den Preis der daselbst ausgegebenen Billets enthält;
2. eine Tafel *d*, auf welcher deutlich die Abgangszeiten der betreffenden Züge und diejenigen Stationen bemerkt sind, an denen der Zug hält und zu welchen die Billets ausgegeben werden;
3. ein bei jedem Billetverkauf aufgestellter Beamter, welcher die vor den Schalter Tretenden nach ihrer Absicht fragt und Auskunft giebt, insbesondere über den Preis der gewünschten Billets, so dass die Reisenden vorher das Geld zur Hand nehmen können. In Frankreich werden sodann die Billets vor den Eingängen zu den Wartesälen revidirt. Diese Revision bildet mit der Abnahme der Billets an der Ankunftsstation in der Regel die einzige Controle. In den Wagen findet eine Controle nur ausnahmsweise statt. Dieserhalb werden in die Wartesäle nur Personen mit Billets eingelassen und dienen die Vestibüle den Reisenden ebensowohl zu längerem Aufenthalte, wie die Wartesäle.

Die Billetverkaufschalter in Belgien sind, wie Fig. 3 zeigt, ähnlich construirt. ·agen gewöhnlich neben dem Gepäckannahmeraume; von den Ausgabeöffnungen

dient eine zur Ausgabe der Gepäckscheine. Das Billetbureau ist durch ein Fenster mit der Gepäckannahme verbunden, durch welches die Wäger mit dem Billeteur communiciren. Die Billets werden durch die sehr kleinen, mit Klappen verschliessbaren Oeffnungen, innerhalb welcher das Fensterbrett mit Messingblech ausgelegt ist, hindurchgeschoben, wobei die Manipulationen leichter und schneller von statten gehen, als dies bei den in Deutschland noch wohl gebräuchlichen Schubkasten-Einrichtungen möglich ist.

Zur Verhütung von Menschengedränge vor den Billetschaltern bringt man vor denselben, wie bei dem Bahnhofe der Nordbahn in Paris, Barrièren an, welche man nach Bedarf öffnet und schliesst, oder man bildet Ein- und Ausgänge durch Aufstellung von Tischen vor den Fenstern, welche zugleich den Reisenden zum Auflegen des Handgepäcks und zum Abzählen des Geldes bequem sind; siehe Fig. 4 der Einrichtung auf dem Bahnhofe der Kaiserin Elisabeth-Bahn in Wien; Fig. 5 Einrichtung vor

Fig. 4.

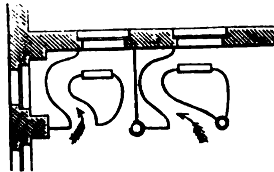
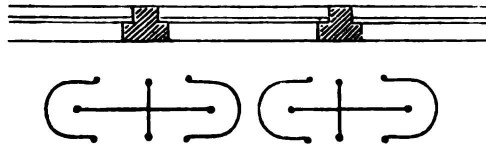


Fig. 5.



den Billetschaltern des Bahnhofs der Lyoner Bahn in Paris, bei welcher durch in Charnieren bewegliche Eisenstangen der Zugang zu den Schaltern in der erforderlichen Weise geregelt wird. In Frankreich, wo das Publicum durch Aufstellung in Reihen (Queues) selbst dafür sorgt, dass Gedränge verhütet wird, genügen diese Vorsichtsmaassregeln vollständig, wenn der Eingang zum Billetschalter von dem Ausgange unterschieden werden kann. In Deutschland, namentlich kleineren Städten, ist meistens ohne Aufstellung eines eigenen Beamten bei starkem Andrange von Reisenden die nöthige Ordnung nicht aufrecht zu halten. Es empfiehlt sich dann, vor den Schaltern lange und starke Barrièren aufzustellen, welche nur am Eingange offen sind. Der Ausgang wird durch eine Thür mit einer Feder geschlossen gehalten, so dass diese nur durch Druck von innen geöffnet werden kann, gegen Druck von aussen aber festen Verschluss bildet. Der Zugang zum Schalter durch diese Thür ist bei einer solchen Einrichtung so unbequem, dass erfahrungsmässig der Zweck sehr bald erreicht wird.

3. Die Gepäckannahme. Die Gepäckannahme und das Bureau für die Expedition des Gepäcks der Abreisenden sollen einerseits am Vestibül in der Nähe der Billetausgabe, andererseits unmittelbar am Perron und möglichst nahe dem im abfahrenden Zuge zunächst hinter der Locomotive befindlichen Gepäckwagen liegen, in welchen die Gepäckstücke verladen werden. Ersteres, um dem Abreisenden die Aufgabe des Gepäcks, letzteres, um den Gepäcktransport von der Gepäckannahme nach dem Gepäckwagen möglichst zu erleichtern.

Die Gepäckexpedition enthält meistens bei kleineren Empfangsgebäuden ein oder mehrere Schiebefenster, durch welche das Gepäck auf niedrigen Tischen hindurch gereicht wird. Bei grösseren Empfangsgebäuden legt man meistens der Länge nach parallel den correspondirenden Bahngleisen grosse Säle an und stellt in diesen lange niedrige Tische auf, an welchen an verschiedenen Stellen Bureaus für die Bezettelungen angebracht sind. Die Tische erhalten dadurch Längentheilungen, welche

nach Maassgabe der verschiedenen Bestimmungsorte oder Zugrichtungen auf aufgestellten Tafeln deutlich bezeichnet werden. Bei dem Orleans- und Lyoner Bahnhofe zu Paris hat man z. B. den Tisch durch Bureaus in vier Abtheilungen getheilt. Für jeden Theil des Tisches ist eine Decimalwaage aufgestellt, auf welcher die Gepäckstücke verwogen werden. Mit der Gepäckannahme steht gewöhnlich noch ein Bureauraum und ein Raum zur Aufbewahrung von Gepäckstücken in Verbindung.

4. Die Gepäckausgabe. Die Gepäckausgabe wird nur auf grösseren Stationen angelegt. Auf Zwischenstationen, deren Wichtigkeit die Anlage einer Gepäckausgabe erfordert, ist der Ausgang der Reisenden zweckmässig der Länge nach an dem für die Gepäckausgabe bestimmten Raume vorbei durch das Empfangsgebäude hindurch anzuordnen. Die Abreisenden sollen dabei den Angekommenen nicht begegnen und sich nicht mit denselben mischen können. Der Ausgang wird also an die Seite des Gebäudes zu legen sein, an welchem die Abreisenden nicht verkehren.

Auf den kleinen Stationen macht man die Gepäckausgabe einfach auf dem Perron ab und der Ausgang findet ausserhalb des Gebäudes an einem Ende desselben statt. Wenn möglich, bringt man die Gepäckausgabe mit der Gepäckannahme in Verbindung, damit dieselben Beamten beiden Zwecken dienen können.

In Frankreich enthalten die Gepäckausgaben der grösseren Empfangsgebäude meistens 2 Reihen von Tischen, welche parallel den betreffenden Gleisen stehen. Das Gepäck wird durch eine entsprechende Anzahl von Thüren vom Perron auf den äusseren Tisch transportirt und von diesem erst, nachdem es geordnet ist, auf den zweiten gelegt, welcher in geringer Entfernung von dem ersten steht, sobald die Reisenden die betreffenden Gepäckscheine einliefern. Die mit der Ausgabe des Gepäcks beschäftigten Beamten befinden sich dabei in dem Zwischenraume zwischen den beiden Tischen. (Vergl. »Die Gepäckausgabe in der Personenhalle zu Zürich« im Organ 1870, p. 191.) Auf dem zweiten, gewöhnlich niedrigeren Tische findet eventuell auch die Revision des Gepäcks behufs der Verzollung statt und hört die Haftpflicht der Bahnverwaltung auf. Die Reisenden begeben sich entweder direct nach der Ankunft zum Empfangen des Gepäcks in die Gepäckausgabe, oder sie werden zunächst, wie bei dem Pariser Bahnhofe der Nordbahn, in einen Wartesaal geführt, welcher in der Verlängerung der Gepäckausgabe liegt, um daselbst so lange zu warten, bis das Gepäck auf dem ersten Tische geordnet ausgelegt ist. Zweckmässig ist es, von diesem Wartesaale dem Reisenden den Einblick in die Gepäckausgabe offen zu halten, damit derselbe im Stande ist, von dort die Stelle ausfindig zu machen, an welcher er demnächst sein Gepäck zu empfangen hat.

In England überlässt man es dem Reisenden, für die Unterbringung seines Gepäcks im Packwagen resp. in der für die Gepäckstücke bestimmten Abtheilung des Personenwagens als auch für die Entnahme des Gepäcks von dort oder auf dem Perron selbst Sorge zu tragen, und macht dadurch die Gepäckexpeditions- und Ausgabelocale entbehrlich.

Auf kleinen Stationen wird auch in Deutschland das Gepäck auf dem Perron oder in der Gepäckannahme ausgegeben.

Das Ordnen und Sondern des Gepäcks in den grösseren Gepäckausgaben geschieht entweder nach Maassgabe der Aufgabestationen oder, wie bei den Empfangsgebäuden der Preussischen Ostbahn und Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, nach der letzten Ziffer des Gepäckscheines.

Bei einigen Bahnhöfen lässt man nur die Personen, welche Gepäckscheine

haben, in die Gepäckausgabe eintreten; die übrigen nur mit Handgepäck versehenen entfernen sich durch directe Ausgänge.

5. **Die Eilgutexpedition** ist nach Maassgabe der Wichtigkeit der Station entweder mit der Gepäckannahme vereinigt oder getrennt von derselben in deren Nähe angelegt.

Die Eilgutausgabe liegt entsprechend der Eilgutexpedition bei grösseren Bahnhöfen in der Nähe der Gepäckausgabe.

Bei sehr bedeutendem Eilgutverkehre, namentlich auf den grösseren Endstationen, legt man für denselben besondere Hallen und Bureaus an, und zwar für das ankommende Eilgut an der Ankunftsseite, für das abgehende Eilgut an der Abfahrtsseite des Empfangsgebäudes und meistens in dessen Verlängerung; wie beim Nordbahnhofe und Orleansbahnhofe in Paris, woselbst sich die Eilguthallen unmittelbar an die Personenhallen anschliessen.

6. **Steuerbureaus** sind nach der sehr verschiedenen Art der bestehenden Vorschriften für die Versteuerung verschieden eingerichtet und meistens bei der ersten Hauptgrenzstation vorhanden; sie liegen in unmittelbarer Nähe der Gepäckausgaben oder Annahmen.

7. **Die Wartesäle** müssen Ausgänge an der Perronseite erhalten. Nach Maassgabe des Verkehrs und der Wichtigkeit der Station bestehen sie aus:

- einem gemeinschaftlichen Saale für alle 3 oder 4 Classen der Reisenden;
- einem Saale für die I. Classe und einem anderen für die II. und III. Classe gemeinschaftlich;
- einem Saale für die I. und II. Classe gemeinschaftlich und einem für die III. und IV. Classe;
- drei Sälen für die I. Classe, II. Classe, resp. III. und IV. Classe und ausserdem einem Damenzimmer;
- vier Sälen, je einem für jede der 4 Classen und ausserdem einem Damenzimmer.

Die Wartesäle liegen, wie gesagt, meistens auf der der Gepäckannahme gegenüberliegenden Seite des Vestibüls und müssen von demselben leicht zu erreichen sein, ohne dass die Reisenden Räume zu passiren haben. welche ausschliesslich für den Stationsdienst oder Beamte bestimmt sind. Man disponirt in Frankreich die Eingänge verschiedener Classen nach Maassgabe des Abgangs der Züge der Art, dass ein Beamter für die Billetcontrole ausreicht, welche daselbst, wie auch z. B. auf den Bayerischen Bahnen, beim Eintritt in den Wartesaal ausgeübt wird.

Auf englischen und deutschen Bahnhöfen legt man ausser den Wartesälen noch häufig reservirte Zimmer für fürstliche Personen an. Die Wartesäle sind daselbst immer vollständig von einander getrennt, während man in Frankreich gewöhnlich nur einen grossen Saal für alle Classen anlegt und die Trennung der einzelnen Classen in demselben durch niedrige Bretter- oder Gitterwände herstellt.

Die Wartesäle der englischen Bahnen sind meistens sehr klein und können oft nur zur Noth die Reisenden eines Zuges aufnehmen. Dagegen sind die Perrons sehr breit und immer überdacht. Wenn die Anzahl der Reisenden nicht sehr gross ist, kann man daselbst bis zur Abfahrt verweilen oder auch sofort die Wagen besteigen, deren Thüren geöffnet sind. Wenn der Andrang stärker ist, lässt man erst 10 Minuten vor der Abfahrt in die Wagen einsteigen. — Zuweilen schützt man durch Aufstellung von Barrièren die Beamten bei Ausübung der Geschäfte.

In Frankreich, Bayern etc. schliesst man die Reisenden in die Wartesäle ein, deren Abmessungen so gross sind, dass sie die Reisenden von zwei grossen Zügen aufnehmen können. Die Reisenden ein und derselben Classe verlassen gleichzeitig die betreffende Zimmerabtheilung unmittelbar vor der Abfahrt. Man lässt gewöhnlich die Reisenden der ersten Classe zuerst einsteigen, dann die der zweiten und folgenden Classen; da in Frankreich in den Wagen die Billets nur selten revidirt werden, so besteht die einzige Controle für die richtige Wahl der Wagenplätze daselbst darin, dass der Portier nach dem Oeffnen des betreffenden Warteraumes die Reisenden bis zum Einsteigen im Auge behält und erst nach einiger Zeit die Reisenden der nächsten Classe folgen lässt.

In Deutschland übt man selten beim Betreten des Wartesaales eine Controle über die Fahrbillets aus und gewährt auch Nichtreisenden freien Zutritt zu denselben. Dagegen hält man die Thüren an der Perronseite meistens geschlossen, bis das Signal zum Einsteigen gegeben wird.

Von allen diesen Methoden dürfte die englische als die dem Publicum angenehmste auch deshalb den Vorzug verdienen, weil sie wesentlich dazu beiträgt, das Publicum mit dem Eisenbahnbetriebe vertraut zu machen. Auch erhalten die Reisenden, welche zuerst kommen, meistens die besten Plätze, während bei den anderen Methoden die, welche am stärksten und gröbsten sind, dieses Vortheils theilhaftig werden.

Die Erfahrung lehrt auch, dass das in den Wartesälen häufig ungeduldige und unruhige Publicum sich beruhigt, wenn die Thüren derselben geöffnet werden und dasselbe auf dem Perron die Abfahrt erwarten kann.

Die Einrichtung der Wartesäle ist im Allgemeinen die anderer grösserer Säle, bei denen Säulen, wie schon erwähnt, zu vermeiden sind. Falls genügendes Tageslicht durch Fenster in den Umfassungswänden nicht zu erlangen ist, hilft man durch Oberlicht oder hochliegendes Seitenlicht nach. Im Uebrigen ist für gute Beleuchtung, Heizung und Ventilation Sorge zu tragen. Mit gutem Erfolg hat man Dampfheizung und Luftheizung angewandt, wogegen die Heiss- und Warmwasserheizung sich nicht bewährt hat, weil die Rohrleitungen nicht immer vor dem Einfrieren geschützt werden konnten. Die Wandflächen der Säle sind entweder wie beim Nordbahnhof in Paris im Quaderrohbau oder auf eine Höhe von etwa $1^{m},5$ vom Fussboden mit Holztäfelung zu versehen und darüber mit Oelfarbenanstrich einfach zu decoriren. Tapezirungen sind namentlich in den Wartesälen III. und IV. Classe nur dann solide genug, wenn man sie lackirt oder firnisst, so dass sie durch Abwaschen gereinigt werden können. Der Fussboden ist zweckmässig von Eichenholz am besten als Parketboden herzustellen.

Uhr und Tafeln, auf denen die Abgangszeiten der Züge deutlich angegeben sind, sollten nicht fehlen. Auch bilden Landkarten, Eisenbahnkarten, Stadtpläne geeignete Decorationsmittel, welche dem Reisenden zur Information immer willkommen sind.

Schlagthüren müssen an der Perronseite sich nach dem Perron öffnen. Gartenanlagen in Verbindung mit den Wartesälen, wie sie z. B. beim Empfangsgebäude der Kaiserin Elisabeth-Bahn in Wien Fig. 3, Tafel XLIII sich finden, werden namentlich im Sommer von den Reisenden gern besucht. Bei den neueren preussischen Bahnhöfen beobachtet man bezüglich der Lage der Wartesäle gewöhnlich die Regel, den Wartesaal III. und IV. Classe dem Vestibül zunächst zu legen, so dass die Reisenden der I. und II. Classe die weitesten Wege zu machen haben und damit bei starkem Verkehre das Vestibül als Wartesaal für die III. und IV. Classe mit benutzt werden

kann. Ist die Anlage eines Corridors nothwendig, um die Wartesäle zugänglich zu machen, so soll derselbe so kurz wie möglich sein und nicht unter 2^{m} Breite erhalten.

8. Stationsbureau und Bureau des Stationsvorstehers. Dieses Bureau muss einen Ausgang nach dem Perron haben, auch dem Publicum zugänglich sein, entweder vom Vestibül oder direct vom Vorplatze. Auch soll dasselbe von dem Billetlocale, der Gepäckexpedition sowie eventuell dem Bureau der Assistenten und der Telegraphisten leicht zu erreichen sein. Das Stationsbureau repräsentirt gewissermaassen den Mittelpunkt, das Herz der verschiedenen Dienstzweige. Bei den Kopfstationen befindet sich dieses Bureau meistens auf der für die Abfahrt bestimmten Seite.

9. Telegraphenzimmer. Dieses für den Telegraphendienst besimmte Local kann an die Perron- oder Giebelseite des Gebäudes verlegt werden, so dass das Publicum zu demselben gelangen kann, ohne die sonstigen Theile des Bahnhofes zu betreten. Auf den kleinen Stationen ist das Telegraphenzimmer häufig mit dem Stationsbureau in einem Locale vereinigt.

10. Krankenzimmer und Zimmer zu ärztlichen Untersuchungen sind auf grösseren Bahnhöfen unentbehrlich.

11. Portierzimmer. Dasselbe liegt gewöhnlich am Perron und Vestibül und muss vom Publicum leicht zu finden sein.

12. Retiraden. Bei kleinen Stationen, wo die Züge selten halten, sind ein oder zwei Aborte für die Abreisenden und Ankommenden ausreichend, sie liegen entweder im Empfangsgebäude oder in getrennt von demselben aufgeführten kleinen Gebäuden, von denen später die Rede sein wird. Aborte und Pissoirs müssen von der Gleisseite sowohl als auch von der Vorplatzseite zugänglich sein.

Auf den Stationen höherer Ordnung legt man ausser den Aborten für die Abreisenden im Empfangsgebäude oder in einem Pavillon des Hofes gewöhnlich Pissoirs an jedem Ende des Empfangsgebäudes und an jeder Seite der Gleise an. Diese Pissoirs müssen sehr geräumig in den Stationen sein, an welchen die Züge mehrere Minuten halten. Aufschriften, dem Auge der Reisenden deutlich sichtbar, bezeichnen die Lage dieser Locale und die Eingänge für Männer und Frauen (oder Herren und Damen).

Die Anlage der Aborte auf französischen Bahnen ist meistens sehr vernachlässigt, häufig verpachtet, so dass der Reisende nur gegen eine kleine Vergütung dieselben benutzen darf. Die englischen Bahnen zeichnen sich dagegen in dieser Beziehung vortheilhaft aus. Mit den Aborten sind bei grösseren Stationen zweckmässig Toilettezimmer in Verbindung zu bringen, in denen die Reisenden Einrichtungen zum Waschen etc. vorfinden.

13. Lampenputzräume und die Locale für die Arbeiter des Bahnhofs und das Zugpersonal sind an einem Ende des Empfangsgebäudes, zuweilen zweckmässig in der Nähe der Retiraden anzuordnen. Die Wichtigkeit dieser Locale wächst mit der der Station; so finden sich bei den kleinen Stationen meistens zwei Locale zu diesem Zwecke und bei den Haltestellen fehlen sie oft ganz.

14. Postbureau. Die Bureaus der Post müssen, wenn solche angelegt werden sollen, in der Nähe des Bureaus des Stationsvorstehers und des Telegraphenbureaus liegen und dem Publicum einestheils und den ambulanten Bureaus in den Eisenbahnpostwagen anderentheils, sowie von den Postwagen, welche den Local- und den Personenverkehr vermitteln, leicht zugänglich sein. In den grösseren Stationen wird meistens für den Postdienst ein vollständig von dem Stationsgebäude getrenntes eignes Gebäude errichtet, um so eher, wenn, wie in Norddeutschland, die Verwaltung der

Posten von der der Eisenbahnen getrennt ist. In Bayern und Baden, wo beide Verwaltungen unter einer und derselben Behörde stehen, findet man dagegen fast immer die Postlocale in den Empfangsgebäuden untergebracht.

15. Beamtenwohnungen. Die meisten Empfangsgebäude erhalten mindestens eine Wohnung für einen Beamten, meistens den Stationsaufseher, Stationsvorsteher oder Assistenten. Dieselbe liegt meistens im ersten Geschoss, besteht aus mehreren Räumen, einer Küche, Keller und Bodenraum.

Für dieselbe muss event. ein besonderer Abort und ein getrennter Eingang angelegt werden, so dass die Bewohner mit dem Publicum nicht in Berührung zu kommen genöthigt sind.

Grössere Stationsgebäude enthalten ausserdem Wohnungen für Assistenten, den Bahnhofsrestaurateur, den Portier und sonstige Beamte. Im Allgemeinen haben jedoch die weiteren Erfahrungen im Eisenbahnbetriebe dahin geführt, die Dienstwohnungen in den Empfangsgebäuden sowohl als überhaupt in Verbindung mit den zum Dienst bestimmten Localitäten möglichst zu vermeiden und besondere einfache Beamtenwohnungen nebst Zubehör auf disponiblem Terrain in der Nähe der Dienststellen anzulegen.

16. Büffet. Wenn das Büffet oder die Restauration in einem Anbau am Empfangsgebäude sich befindet, wie häufig bei grösseren Bahnhöfen in Frankreich, so muss sie an der Stadtseite gelegen und mit dem Perron verbunden sein. Besser ist es, dieselbe in das Empfangsgebäude zu legen. Die Restauration besteht je nach der Grösse der Station aus einem Büffet, einem Restaurationslocal, einem Speisesaal nebst Küche, Keller und Wohnung des Restaurateurs.

In Deutschland und England findet sich der Speisesaal und das Restaurationslocal meistens in Verbindung mit den Wartesälen. Das Büffetlocal ist zweckmässig zwischen zwei Wartezimmern so angelegt, dass beide von demselben bedient werden können, eine Anordnung, welche in Frankreich Nachahmung gefunden hat. Die Küche des Restaurateurs und dessen Wohnung müssen directe Ausgänge nach dem Vorplatz haben. damit der Transport von Vorräthen etc. das Publicum nicht belästigt.

Auf französischen Bahnen richtet man nur in den Empfangsgebäuden Büffets oder Restaurationen ein, wo die Züge längere Zeit zum Zwecke des Frühstücks oder Diners anhalten, wie z. B. in Epernay, Fig. 6, Tafel XLV, woselbst ausser dem grossen Büffetsaal ein grosser Saal zur Table-d'hôte angelegt ist. Der Grundriss dieses Gebäudes ist ausserdem bezüglich der einfachen und zweckmässigen Disposition der Räumlichkeiten beachtenswerth.[5])

17. Bureaus der Administration, Direction oder Bahnverwaltung. Diese befinden sich meistens auf den Endstationen, Kopfstationen oder Wechselstationen. Da sie jedoch von dem Verkehre im Empfangsgebäude vollständig unabhängig sind, so können sie auch von diesem getrennt angelegt und in Miethhäusern untergebracht werden.

Wir gehen nun zur Beschreibung der charakteristischen Formen und Einrichtungen der Empfangsgebäude über.

[5]) In der Fig. 6 auf Tafel XLV bezeichnen: *1* Zimmer für den Stationsassistenten, *2* Zimmer für den Vorsteher, *3* Corridor, *4* Billetverkauf, *5* Portier, *6* Aborte, *7* Bahnhofswache, *8* Bureau der Gepäckexpedition, *9* Eingang zu den Wartesälen, *10* Polizei, *11* Eilgut, *12* Lampenraum, *13* Zugpersonal, *14* Bureau, *15* Telegraph.

a. Haltestellen.

§ 8. Das Empfangsgebäude der Haltestellen enthält in der Regel ein Wartezimmer, ein Zimmer für den Beamten zur Ausgabe der Billets und zur Aufstellung des Telegraphenapparates und einen Güterlagerraum; ausserdem die Wohnung des Beamten (Aufsehers, Bahn- oder Weichenwärters).

Wo die örtlichen Verhältnisse und namentlich die Eintheilung der Bahnmeisterdistricte es thunlich erscheinen lässt, wird mit diesem Gebäude zweckmässig die Wohnung eines Bahnmeisters verbunden.

In den Fig. 5, 6 und 7 auf Tafel XLIV geben wir ein Beispiel einer auf hannoverschen Eisenbahnen zur Ausführung gekommenen Haltestelle. Der Eingang zum Flur ist bei der freien Stellung dieser Gebäude zweckmässig durch einen Vorbau geschützt angelegt, welcher zugleich nothwendig war, um für die Treppe zum ersten Geschoss genügenden Raum zu gewinnen. Am Flur liegt das Billetverkaufslocal, der Güterraum und ein Wartezimmer I. und II. Classe; durch einen kurzen Gang ist das Wartezimmer III. und IV. Classe zugänglich. Die Wohnung im ersten Geschoss, welche durch eine besondere Hausthür zugänglich ist, besteht aus fünf Räumen nebst Bodenraum, über dem Güterraum ist kein Bodenraum angelegt. In der Nähe des Empfangsgebäudes und mit demselben durch eine Veranda verbunden, befindet sich ein Nebengebäude, enthaltend die Aborte, ein kleines Pissoir, einen Gerätheraum, gleichzeitig zum Aufenthalt für Bahnhofsarbeiter etc. bestimmt, und einen Stallraum nebst Abort für den Beamten.

Bei kleineren Haltestellen fehlt das Wartezimmer I. und II. Classe und ist mit einem kleineren Güterraume auszukommen. Der Grundriss Fig. 6 ist unter dieser Voraussetzung passend, wenn man sich den Güterlagerraum fehlend und das Wartezimmer I. und II. Classe als Gepäckannahme denkt.

Fig. 3, Tafel XLV zeigt den Grundriss eines andern solchen Empfangsgebäudes mit einem Wartezimmer, wie solche auf den Stationen III. Classe der Eisenbahn von Metz nach Thionville zur Ausführung gekommen sind

Wenn der Verkehr der Haltestellen entsprechend zunimmt, und insbesondere der Güterverkehr wächst, so dass regelmässig ganze Wagenladungen zur Versendung resp. ankommen, so trennt man den Güterlagerraum von dem Stationsgebäude und erbaut einen besonderen Schuppen für den Güterverkehr. Der in Fig. 6, Tafel XLIV als Güterlagerraum bezeichnete Raum wird dann zur Erweiterung der Dienstlocale oder Warteräume, meistens zum Wartesaale III. und IV. Classe umgebaut, während jener zum Stationsbureau umgewandelt wird. Die Haltestelle wird damit zur Station erhoben, erhält einen Stationsvorsteher und in allen Theilen mehr oder weniger vollständigen Personen- und Güterdienst.

b. Zwischenstationen.

§ 9. Empfangsgebäude auf Zwischenstationen.[6]) — Bei Empfangsgebäuden auf Zwischenstationen sind bestimmte, wesentlich von einander verschiedene Systeme in der Anordnung der Räumlichkeiten nicht vorhanden, da die im Interesse des reisenden Publicums und des Betriebes zu beobachtenden Rücksichten, abgesehen von einzelnen localen Verhältnissen, im Wesentlichen übereinstimmen. Es können deshalb

[6]) Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XV, 1845, p. 223.

die in Betreff der Gruppirung und Einrichtung der einzelnen Räume gewonnenen Erfahrungen ziemlich allgemein Anwendung finden, sofern nur die Zahl und Ausdehnung der Räumlichkeiten dem Umfange des Verkehrs entsprechend angeordnet wird.

Ausser den in § 5 im Allgemeinen aufgestellten Regeln, dürften im Besondern für die Empfangsgebäude der Zwischenstation noch folgende zu beobachten sein:

1. Die oblonge Form des Grundrisses mit dem Eingange thunlichst in der Mitte der der Bahn gegenüber liegenden Langseite, empfiehlt sich für eine einfache und klare Disposition.

2. Die für den Stationsdienst bestimmten Räume sind zusammenzulegen und untereinander zu verbinden, wodurch die Ausübung des Dienstes im Allgemeinen und die Uebertragung mehrerer Functionen an einen und denselben Beamten resp. eine gegenseitige Aushülfe und Vertretung im Besonderen sehr erleichtert wird.

3. Von den Wartesälen ist der grössere (der Wartesaal III. und IV. Classe) zuweilen zweckmässig in einen besonderen Anbau an eine Giebelseite zu verlegen, um auf diese Weise die Möglichkeit für eine spätere Erweiterung und für die Herstellung in einer der Grösse entsprechenden Höhe zu gewinnen.

Selbst auf kleinen Stationen ist ein besonderes Zimmer für die Passagiere I. und II. Classe nicht zu entbehren. Bei Stationen von einiger Bedeutung ist ein Wartezimmer III. und IV. Classe, ein desgleichen II. Classe und ein Zimmer für Damen resp. für Passagiere erforderlich. Auf grossen Stationen ist ausser dem Wartesaale I. und II. Classe und resp. III. und IV. Classe ein Damenzimmer und ein reservirtes Zimmer für hohe Herrschaften und geschäftliche Conferenzen (Commissionszimmer) mit besonderem Eingange nothwendig. Die beiden grösseren Säle müssen vollständig von einander getrennt sein; dazwischen liegende Büffeträume dürfen keine Verbindung für das Publicum abgeben.

4. Die Retiraden und Wirthschaftshöfe stehen zweckmässig in directer Verbindung mit den Empfangsgebäuden oder sind nur durch bedeckte Gänge davon getrennt. Letztere erleichtern die Verbindung zwischen den Perrons und den Vorplätzen für ankommende Reisende, dienen auch zweckmässig zur geschützten Lagerung von abgehenden oder ankommenden Gepäckstücken.

5. Auf bedeutenderen Zwischenstationen ist zweckmässig eine besondere Gepäckausgabe anzulegen und mit der Gepäckannahme in Verbindung zu bringen, damit die Gepäckannahme und Ausgabe von demselben Beamten geschehen kann.

Fig. 5, Tafel XXXVII zeigt den Grundriss des zweckmässig eingerichteten Empfangsgebäudes auf dem Bahnhof Hennef. Abgesehen von der architectonisch unschönen Anordnung des Vestibüls, entspricht dasselbe allen gestellten Anforderungen. Der Anbau für den Wartesaal III. und IV. Classe ist eingeschossig und nach Bedürfniss leicht zu vergrössern.

Auch die Stationsgebäude III. Classe der Berlin-Görlitzer-Eisenbahn, von denen in Fig. 3, Tafel XL der Grundriss vom ersten Geschoss mitgetheilt wird, zeigen zweckmässige Anordnungen. Für die Post ist wo nöthig ein Anbau zur Ausführung gekommen, wie derselbe in der Figur punktirt angedeutet ist.

Von französischen Eisenbahnen entnehmen wir Fig. 12, Tafel XLIV, den Grundriss vom ersten Geschoss der Zwischenstationen der Bahn von Paris nach Chartres. Der Grundriss ist mit Ausnahme der Treppe zum zweiten Geschoss, welche keinen directen Zugang hat, zweckentsprechend angeordnet. Die Retiraden für Männer und Frauen sind an den Seiten in getrennten kleinen Gebäuden angelegt. An der Seite der Ankunft von Paris liegt der zweite Perron mit dem Abri, welches einen ge-

schützten Aufenthaltsraum, Aborte für Männer und Frauen und einen kleinen Dienstraum enthält. Fig. 2, Tafel XLIII zeigt den Grundriss einer Zwischenstation I. Classe der französischen Nordbahn. Die Gepäckannahme ist daselbst mit dem Vestibül unmittelbar verbunden. Der Billetverkauf geschieht in einer offenen Vorhalle. In dem einen Seitenflügel befinden sich drei Wartesaalabtheilungen, in dem anderen eine Restauration, Speisesaal etc., ausserdem die nothwendigen Dienstlocalitäten. An der Perronseite ist eine Verdachung auf Säulen angeordnet und an einem Ende ein Retiradengebäude unmittelbar an dem Empfangsgebäude angebaut. Als besondere in Deutschland nicht gekannte Eigenthümlichkeit ist der Ausgang (Sortie) anzuführen, welchen alle angekommene Reisende passiren müssen, um die Fahrbillets abzugeben.

Fig. 4, Tafel XLII zeigt den Grundriss der Empfangsgebäude auf den Stationen I. Classe der Eisenbahn von Paris nach Strassburg (zu Château-Thierry). Es bezeichnet daselbst:

1	Vestibül,	8	Eilgutexpedition,
2	Billetverkauf,	9	Commissionaire,
3	Gepäckexpedition,	10	Bureau des Stationsvorstehers,
4	Wartesaal I. Classe,	11	Bett desselben,
5	- II. -	12	Raum zur Aufstellung des Telegraphenapparates.
6	- III. -		
7	Gepäckbureau.		

Fig. 5, Tafel XLII Grundriss der Zwischenstationen I. Classe der Bahn von Metz nach Thionville. Es bezeichnet:

1	Vestibül,	6	Lampenraum,
2	Billetverkauf,	7	Gepäckannahme,
3	Wartesaal I. Classe,	8	Stationsvorsteher,
4	- II. -	9	Commissionaire,
5	- III. -	10	Expeditionschef,
11	Gepäckdepot.		

§ 10. Empfangsgebäude für die Zwischenstationen der Bahn von Ancona nach Bologna.[7] — Bei Projectirung der Empfangsgebäude für die Zwischenstationen dieser Eisenbahn, welche nebenbei bemerkt auf 18 Stationen in 6 Monaten ausgeführt worden sind, sind folgende Principien stystematisch zur Geltung gekommen:

1. Trennung der Dienstlocalitäten von denen für das Publicum, und der Räume für Ankommende von denen für Abfahrende.

2. Die Anordnung der Räume entspricht der Zugrichtung auf dem dem Perron zunächst liegenden Hauptgleise, so zwar, dass für die am Hauptperron haltenden Züge die Diensträume und die Gepäckausgabe der Spitze derselben, also der Locomotive und dem dahinter befindlichen Gepäckwagen am nächsten liegen und die Personenwagen in der Nähe der Wartesäle aufgestellt werden können. Da auf dem linken Gleise gefahren wird, so liegen die Diensträume bei allen Gebäuden links, die Wartesäle rechts von den an der Stadtseite in der Mitte der Gebäude befindlichen Vestibülen.

3. Die Billetausgabe liegt stets in der Mitte des Vestibüls dem Haupteingange gegenüber; die Gepäckannahme liegt links daneben.

4 Die rechts liegenden Wartesäle ordnen sich wie die Wagen im Zuge. Da die Wagen I. und II. Classe vorn, die der III. Classe hinten stehen, so liegt der Wartesaal I. und II. Classe zunächst am Vestibül, dann folgt der der III. Classe.

---

[7] Oppermann's nouvelles annales de la construction. Septbr. 1861. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahn.-W. Jahrgang 1864, p. 207.

5. Mit der Gepäckannahme ist die Ausgabe verbunden und zwar der Art, dass die angekommenen Reisenden ihren Ausgang durch dieselbe nehmen können, ohne mit den Abreisenden zu collidiren.

6. Das Local des Bahnhofsvorstehers liegt in der Mitte an der Perronseite des Gebäudes zweckmässig behufs der Ueberwachung der Unterbeamten, zu welchem Zwecke dasselbe durch Thüren mit dem Billet-, Gepäck- und Telegraphenbureau verbunden ist, wenn nicht wie bei kleinen Stationen dasselbe mit dem Billetlocal einen Raum bildet.

7. Büffets befinden sich nur in den grösseren Empfangsgebäuden und dann getrennt neben den Wartesälen, bei welcher Lage hauptsächlich auf die Durchreisenden Rücksicht genommen ist.

8. Die Gebäude sind der Vergrösserung ohne aussergewöhnliche Umstände fähig, so dass z. B. aus einem Empfangsgebäude II. Classe ein solches I. Classe durch einfache Verlängerung des Gebäudes hergestellt werden kann. Endlich

9. ist die Einrichtung, Form und Grösse der im zweiten Geschoss befindlichen Wohnräume sehr zweckentsprechend mit Ausnahme der Lage der Treppe, bei der eine Trennung der Wohnung von den Räumen des Publicums nicht möglich ist.

Die Einrichtung der Gebäude, welche von dem Ingenieur C. A. Oppermann herrührt, ist als sehr beachtenswerth hervorzuheben.

Wir theilen in Fig. 10, Tafel XLIV den Grundriss vom ersten und in Fig. 11 den Grundriss vom zweiten Geschoss der kleinen dieser Empfangsgebäude und in Fig. 8, Tafel XLIV den Grundriss vom ersten, Fig. 9 den Grundriss vom zweiten Geschoss der grösseren dieser Gebäude mit.

§ 11. Empfangsgebäude auf süddeutschen Bahnen und auf Bahnhof Gent. — Bei den Empfangsgebäuden vieler süddeutscher Eisenbahnen bildet das Vestibül eine an der Stadtseite meistens offene Colonade oder Arcadenhalle, an welcher unmittelbar die Billet- und Gepäckschalter und die Eingänge zu den Wartesälen liegen. Fig. 4, Tafel XXXVI zeigt den Grundriss einer Station II. Classe der Badischen Staatsbahn; Fig. 2, Tafel XLIV[*] den Grundriss vom Erdgeschoss des neuerdings erbauten Empfangsgebäudes der Bayerischen Staatsbahn auf dem Bahnhofe zu Würzburg. Fig. 3 ebendaselbst giebt eine Skizze vom Querdurchschnitt und Fig. 1 auf derselben Tafel die Façade desselben an der Stadtseite. An der Perronseite dieses Gebäudes, welches eine Länge von $127^{m},6$ hat, befindet sich ein überdachter Perron von 445^{m} Länge und ausserdem liegen an beiden Seiten des Emfangsgebäudes zwischen dem ersten und zweiten resp. zweiten und dritten Hauptgleise, vier Zwischenperrons von 145^{m} Länge und dem Hauptgebäude gegenüber zwischen dem dritten und vierten Gleise ein fünfter von 130^{m} Länge, welche ohne Ueberschreiten der Gleise nicht zu erreichen sind.

Das Empfangsgebäude, in welchem auch die Postlocalitäten enthalten sind, ist zum Theil mit verputzten Aussenflächen im Renaissancestyle ausgeführt, welcher Anklänge an romanische Formen der älteren Münchener Schule zeigt.

Im zweiten, resp. dritten Geschoss des Gebäudes befinden sich die Bureaulocale für das Oberpost- und Bahnamt, sowie Beamtenwohnungen. In Zwischengeschossen sind Räume für Briefträger etc. und Wohnräume angeordnet. Die Etagen sind, von

---

[*] In dieser Figur bezeichnen: *a* Abschluss für die Beamten, *b* feuerfeste Schränke, *c* Treppe zum Oberpostamt, *d* Zahltisch, *e* Briefschalter, *f* Cassirer der Briefpost, *g* Treppe zu den Briefträgerzimmern, *h* Treppe zu den Dienstwohnungen, *i* Passage, *k* Wendeltreppen.

dem Parterre an gerechnet, $8^m,96$, $4^m,06$, resp. $3^m,48$ hoch, das im ersten Geschoss theilweise eingebaute Zwischengeschoss hat $2^m,9$ Höhe. Die Heizung der Betriebslocalitäten wird durch Luftheizungsapparate bewirkt, über deren Leistungen man sehr günstige Urtheile abgiebt.

Fig. 7, Tafel XLV Grundriss des Empfangsgebäudes auf dem Bahnhofe zu Gent. Dasselbe ist auf der ganzen Länge an der Stadtseite mit einem Schutzdache zur Vorfahrt für Wagen versehen, unter welchem Seitenzugänge zum Vestibül angelegt sind.

§ 12. Die Empfangsgebäude des Centralbahnhofes zu Basel, der Leipzig-Dresdener Bahn zu Dresden und der Sächsisch-Böhmischen Bahn zu Dresden. — Der Centralbahnhof in Basel[9]) liegt auf dem linken Rheinufer und nimmt die französische und schweizerische Bahn auf.

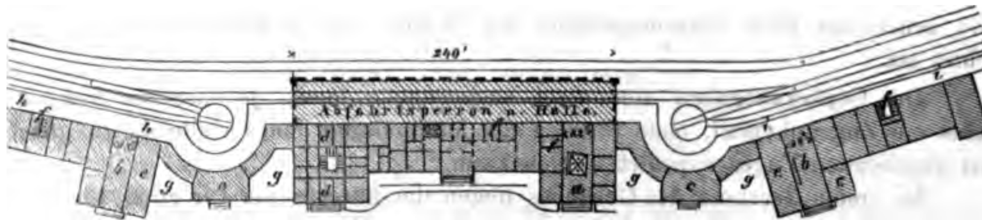
Der Grundriss von demselben, Fig. 1, Tafel XLIII, zeigt eine überaus zweckmässige Anlage nach dem combinirten Systeme der Zwischenstationen mit dem der Kopfstationen. Der Perron bildet nach beiden Seiten verlängert sogenannte Zungenperrons. Die Anlage der Gleise ermöglicht, dass an beiden Langseiten vorgefahren werden kann.

Der Mittelbau des Gebäudes enthält ein Vestibül von $30^m,6$ Länge, $45^m,3$ Breite und 11^m Höhe. In diesem sind das Billetverkaufsbureau und die Gepäckexpedition als besondere hölzerne Einbauten angebracht. Die Billetverkaufsstätte liegt dem mittleren Eingange gegenüber an der Perronmauer; der mittlere, als halbes Achteck vorspringende Theil desselben hat drei grosse Lichtöffnungen, jede mit einer Scheibe geschlossen, durch welche der Billetverkauf stattfindet. Der Verkauf selbst wird dabei durch eine kleine in der Scheibe angebrachte Oeffnung vermittelt. Unmittelbar neben dem Billetlocal liegt rechts die Gepäckexpedition für die französische, links für die schweizerische Bahn. Dem entsprechend sind rechts vom Vestibül die Wartesäle für die französische, links die für die schweizerische Bahn angeordnet. In beiden Abtheilungen sind die verschiedenen Classen der Säle nur durch Bretterwände von einander und von dem Corridore getrennt.

An beiden Enden des Gebäudes sind Aborte gelegen und durch Ueberdachungen mit demselben verbunden. Die Gepäckausgaben daselbst messen 21^m in der Länge, 18^m in der Breite. Für den Eilgüterverkehr ist ein besonderes Gebäude angelegt.

Wenn bei Zwischenstationen mehrere Züge zugleich aufgestellt werden und Zwischenperrons vermieden werden sollen, wie z. B. bei dem Bahnhofe der Leipzig-Dresdener Bahn in Dresden, so erhält das Empfangsgebäude eine sehr grosse Länge, indem hier die bei Endstationen an beiden Seiten der Gleise liegenden Räumlichkeiten hinter einander auf einer Seite derselben zu vertheilen sind. In Fig. 6, welches die Grundrissskizze dieses Bahnhofes zeigt, bezeichnet:

Fig. 6.



[9]) Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XV, 1866, p. 175.

a Abfahrtsvestibül, *e* Gepäckausgabe,
b Ankunftsvestibül, *f* Retiraden,
c Eilgutexpedition, *g* Höfe,
d Administration, *h* Perron der Ankunft von Prag,
i Perron der Ankunft von Leipzig.

Zwischen den Gebäudetheilen für die Ankunft und Abfahrt sind die Räumlichkeiten für den Eilgutverkehr zweckmässig gelegen, indem dieselben einerseits mit der an der Ankunftsseite liegenden Gepäckausgabe, andererseits mit der an der Abgangsseite liegenden Gepäckannahme in Verbindung stehen, so dass dasselbe Beamtenpersonal gleichzeitig allen drei Zwecken dienen kann.

Bei der Bearbeitung des Planes zum neuen Empfangsgebäude der Sächsisch-Böhmischen-Staatsbahn zu Altstadt-Dresden hat das Bestreben obgewaltet, die Vorzüge in einer Anordnung zu vereinigen, welche ebenso den Kopfstationen wie den Durchgangsstationen beiwohnen, und welche ausserdem aus der Anordnung von Billet- und Gepäckexpeditionslocalitäten französischer und englischer Personenstationen sich entnehmen lassen, insoweit diese in Bezug auf die Fähigkeit der Bewältigung grosser Massen von Verkehr sich vortheilhaft vor deutschen Anlagen auszeichnen. Von den Principien, welche in dieser Beziehung für die Anordnung der Gleise und des Gebäudegrundrisses maassgebend gewesen sind, ist im vorigen Capitel Seite 695 die Rede gewesen.

In dem Grundrisse Fig. 2, Tafel XLII bedeutet:

1 Gepäckannahme,
2 Gepäckausgabe,
3 Billetausgabe,
4 Polizeilocal,
5 Wartesaal III. Classe,
6 Büffet,
7 Wartesaal I. und II. Classe,
8 Speisesaal,
9 Nebenzimmer auch für Damen,
10 Retirade,
11, *12*, *13* Zimmer für hohe Herrschaften,
14 und *15* Zimmer für Adjutanten,
16 Portier,
17 Eilgutexpedition,
18 Casse derselben,
19 Packkammer,
20 Post,
21 Betriebsexpedition,
22 Telegraphenbureau,
23 Oberschaffnerzimmer,
24 Ausgang für Ankommende aus der Richtung Prag.

Die Gepäckexpedition ist danach zweckmässig in der Mitte des Gebäudes angelegt und zwar so, dass um dieselbe herum sich zwei Bewegungsströme für das Kommen und Gehen bilden können. Das Vestibül ist querliegend angeordnet und architectonisch schön und grandios ausgestattet, frei von Zugluft bei geöffneten Thüren und bietet ausreichende Wandfläche für die nöthigen Bureaus.

Der Verfasser der Idee des Projects tadelt mit Recht die Lage des Billetraumes und beklagt, dass nicht seinen Intentionen gemäss der Billetverkauf und ein Informations- und Geldwechselbureau auf dem Vestibül in frei aufzustellenden Pavillons (wie neuerdings beim Stationsgebäude der Berlin-Lehrter Bahn in Berlin) eingerichtet sei.

Der Gepäckausgaben sind zwei angeordnet, damit, je nachdem links oder rechts ein Zug ankommt, ohne Störung der Manipulation eines vielleicht zu gleicher Zeit abgehenden Zuges expedirt werden kann.

Im ersten Geschoss des Gebäudes liegen die Bureaus der Direction, Conferenzsäle etc., Wohnungen des Bahnhofs- und Bureauvorstehers, Billeteurs, Eilgutexpedienten, Buchhalter, Magazine und Depots. In den Etagen und Entresols der Flügelgebäude finden sich die Wohnungen des Betriebsoberinspectors, des Bureaudieners,

Restaurateurs, Oberbuchhalters und Betriebsingenieurs, welche zum Theil nicht in allen Punkten den Anforderungen an gute Wohnungen entsprechen. Wir machen hierauf aufmerksam, da wir bereits früher hervorgehoben haben, dass es zweckmässig sei, mit derartig grossen Gebäuden so wenig wie möglich Wohnräume in Verbindung zu bringen, vielmehr diese in abgesonderten Gebäuden getrennt anzulegen, und lieber auf grossartig architectonische Effecte zu verzichten, welche allerdings in diesem Falle und bei Innehaltung zweckmässiger Höhen schwer zu erreichen sind.[10])

§ 13. Bei älteren grossen Zwischenbahnhöfen wie zu Hannover und Breslau, welche einen bedeutenden Personenverkehr zu vermitteln haben, trennte man nach den Zugrichtungen das Empfangsgebäude in zwei Theile und legte in jedem vollständige Expeditions- und Wartelocalitäten an, welche einerseits für die Züge nach rechts, andererseits für die nach links dienten. Bei dieser Anordnung ist doppeltes Personal erforderlich, das Publicum orientirt sich schwer, und wenn der Verkehr in einer Richtung den in der anderen zeitweis überwiegt, so steht immer nur der halbe Apparat zu Gebote, während ein Theil der anderen Hälfte nicht entsprechend ausgenutzt werden kann. Die Erfahrung hat über diese Anordnung vollständig den Stab gebrochen, so dass man, wo sie sich noch vorfindet, durch Umbauten und Neubauten bemüht ist, ein einheitliches Verkehrssystem einzuführen.

c. Endstationen.

§ 14. Empfangsgebäude der Leipzig-Dresdener Bahn zu Leipzig, des Bahnhofes zu Prag, desgl. in Trouville-Deauville und des Centralbahnhofes zu Köln. — Wir kommen nun zu den Endstationen, zunächst zu denjenigen, welche in der Form und Anordnung den Zwischenstationen ähnlich sind, indem das Empfangsgebäude an einer Langseite liegt und die Gleise vor demselben vorbei in einiger Entfernung meistens auf einer Drehscheibe endigen.

Das Empfangsgebäude des Bahnhofes der Leipzig-Dresdener Eisenbahn in Leipzig, Fig. 1, Tafel XLII, bildet eine lange zusammenhängende Gebäudegruppe, theilweis für die Abreisenden, theilweis für die Ankommenden. Am ersten Gebäudetheil schliesst sich eine Personenhalle an, in welcher an der gegenüberliegenden Langseite ein Perron angelegt, welcher nur bei aussergewöhnlichem Verkehr, Extrazügen, Militairzügen, benutzt wird. Die ankommenden Züge halten an dem in der Verlängerung der Halle liegenden überdachten Perron. An einem Ausgangsvestibül werden daselbst die Gepäckstücke ausgegeben. Die Zeichnung dürfte im Uebrigen die Anordnung genügend deuten.

Beim Bahnhofe Prag, Fig. 5, Tafel XLIII, liegt an der einen Seite des Gleises der Abgangsperron mit dem Empfangsgebäude, an der anderen der Ankunftsperron und die Gepäckausgabe. Es bezeichnet:

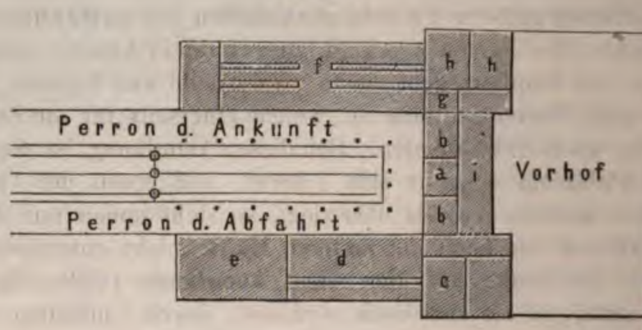
a Vestibül,		*i* Telegraphie,
b Billetverkauf,		*k* Durchgang,
c Gepäckannahme,		*l* Corridor,
d Wartezimmer	I. Classe.	*m* Stationsbureau,
f -	II. -	*o* Kaiserzimmer,
g -	III. -	*p* Perron,
h Restauration,		*q* Gekäckausgabe.

[10]) In neuester Zeit wurden die früher einstöckigen Theile dieses Gebäudes noch mit zwei weiteren Stockwerken versehen und in dieselben die Bureaus der neu gebildeten General-Direction von den Sächsischen Staatsbahnen verlegt, sowie hierzu auch ein Theil der früheren Wohnräume verwendet. Anmerk. d. Redact.

Die Perrons und die zwischen denselben liegenden Gleise sind mit einfacher Halle überdacht; die Gleise endigen auf einer grossen Drehscheibe.

Eine sogenannte Kopfstation, bei welcher auch die Stirnseite vor den Gleisen verbaut ist, zeigt der Bahnhof in Trouville-Deauville (Fig. 7), einem sehr besuchten Badeorte an der Nordwest-Küste Frankreichs.

Fig. 7.



An Stelle der Halle finden sich daselbst nur Perronüberdachungen. Vor dem Empfangsgebäude liegt ein Vorhof, an dem Vestibüle *i* liegt bei *a* der Billetverkauf, bei *b* die Gepäckannahme; *c* ist der Wartesaal für die II. Classe, *d* für die I. Classe und *e* für die III. Classe; *f* die Gepäckausgabe für die Ankunftsseite, *g* die Eilgut-expedition, bei *h* liegen Dienstlocale. Die Verladung des Gepäcks in den Packwagen eines Eilzuges geschieht zweckmässig an dem Ankunftsperron so, dass durch den Gepäcktransport von der Gepäckannahmestelle nach dem Wagen das einsteigende Publicum in keiner Weise belästigt wird. Unmittelbar vor der Abfahrt setzt sich die Maschine mit dem Packwagen vor den Zug.

Eine interessante Anlage, welche zum Theil als Kopfstation, zum Theil als Durchgangsstation dient, zeigt der Centralbahnhof zu Köln[11], Fig. 6, Tafel XLIII. Abgesehen von der nicht ganz ausreichenden Weite des Vestibüls (welches nachträglich vergrössert ist,) und der Corridore, sowie Grösse der Wartesäle, entspricht die Anlage den Anforderungen des Verkehrs sowohl bezüglich der Anordnung als der Abmessung der Räume. Für das Vestibül wird ein Durchmesser von $10^{m},3$, für den Hauptcorridor eine Breite von $5^{m},6$ nach den gewonnenen Erfahrungen als dem Bedürfniss entsprechend bezeichnet. In dem oberen Geschosse befinden sich unter Anderem Restaurationslocale. Den Durchschnitt der Halle daselbst siehe Fig. 1, Tafel XLII.

§ 15. Empfangsgebäude der Kaiserin Elisabeth-Bahn zu Wien, der Berlin-Görlitzer Bahn in Berlin und des Bahnhofes zu Zürich. — Eine grössere Kopfstation zeigt Fig. 3, Tafel XLIII, das Empfangsgebäude des Westbahnhofes in Wien, bei welchem hervorzuheben ist, dass zwischen der Halle und den an den Langseiten liegenden Baulichkeiten, welche die Wartesäle etc. enthalten, kleine Gärten angeordnet sind, wodurch ermöglicht ist, der Halle Seitenlicht zu geben und die Wartelocale im Sommer zu sehr behaglichen Aufenthaltsorten zu gestalten. Vor der Stirn der Halle liegt das Administrationsgebäude. In der Figur bezeichnet:

---

[11]) Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1862, p. 374.

a Vorhalle,
b Vestibül,
c Billetverkauf,
d Gepäckexpedition,
e Tabaksverkauf,
f Localvorstand,
g Wartesaal I. Classe,
h - II. -
i Restauration,
k Restaurateur,
l Wartesaal III. Classe,
m Offene Halle,
n Polizei,
o Post,
p Corridor,
q Vestibül,
r Gepäckausgabe,
s Telegraph,
t Platzinspection,
u Ingenieurbureau,
v Drucksachendepot,
w Aerztliche Ordinationslocale,
x Portier,
y Eilgutausgabe,
z Centralcasse,
α Hoflocalität,
β Einreichprotocoll,
γ Registratur.

Das Empfangsgebäude der Berlin-Görlitzer Eisenbahn in Berlin (siehe Fig. 4, Tafel XLIII den Grundriss vom Erdgeschoss) stimmt in der Anordnung im Wesentlichen mit den in den letzten Jahren ebenfalls erbauten grossartigen und imposanten Empfangsgebäuden der Ostbahn und Niederschlesisch-Märkischen Bahn (Fig. 5, Tafel XXXIX)[12] in Berlin überein. Zwei Flügelbauten bilden die Langseiten der Halle, welche freitragend mittelst sichelförmiger von Schmiedeeisen construirter Träger überdacht ist (s. Fig. 5, Tafel XLVII den Durchschnitt der Halle von der Niederschlesisch-Märkischen Bahn). Vor der Stirn der Halle an der Stadtseite liegen die Salons für den König. Der rechtsseitige Langbau enthält, da auf den preussischen Eisenbahnen rechtsseitig gefahren wird, die Räume für die Abfahrt, der linksseitige diejenigen für die Ankunft, in der aus der Zeichnung speciell hervorgehenden Weise. Vor den drei Eingangsthüren des Abfahrtsvestibüls liegt ein Säulenporticus, welcher Vorfahrthalle bildet und ausserdem seitlich Eingänge für Fussgänger enthält, so dass diese durch den Wagenverkehr nicht belästigt werden. Das Vestibül hat eine Grösse von 254□^{m}. Auf demselben findet an drei Schaltern der Billetverkauf statt, wobei die I. und II., die III. und IV. Classe gesondert sind. Die Gepäckannahme, zur Rechten etwa 316□^{m} gross, öffnet sich nach dem Vestibül in ganzer Breite. Zur Linken vermittelt ein Corridor von 3^{m},4 Breite den Verkehr an den Retiraden vorüber nach den Wartesälen, von denen der für die IV. Classe ausserdem noch mit dem Vestibül in directer Verbindung an der Hallenseite steht.

Die Wartesäle und die auf der entgegengesetzen Seite liegenden Betriebsräume sind in einstöckigen Bautheilen angeordnet und haben, so weit nöthig, Oberlicht erhalten. Zu beiden Seiten schliessen sich Bautheile an, welche um zwei Geschoss höher geführt sind. Der vor der Stirn der Halle befindliche Bautheil besteht aus einem Mittelbau, der die übrigen Bautheile noch um ein Geschoss überragt, und zwei Eckbauten. Eine grosse Unterfahrthalle durch zwei Geschosse hindurchreichend vermittelt den Zugang zu den Räumen für den König, welche besonders opulent ausgestattet sind, und zu den oberen Geschossen, woselbst Bureaus und Wohnräume liegen.

An der Ankunftsseite liegt, ausser einem Wartesaale, die Gepäckausgabe. Vor der ganzen Langseite daselbst liegt ausserhalb ein etwa 167^{m} langes, 3^{m},7 weit aus-

[12]) In der Fig. 5, Tafel XXXIX (Empfangsgebäude der Niederschles.-Märk. Bahn in Berlin) bedeuten: *aa* Vestibül, *b* Billetverkauf, *c* Gepäckannahme, *d* Gepäckträger, *e* Bureau des Gepäckexpedienten, *f* Wartesaal IV. Classe, *gg* Büffet, *h* Wartesaal III. Classe, *i* Wartesaal II. Classe, *k* Wartesaal I. Classe, *l* Damenzimmer, *mm* Königszimmer, *nn* Stationsvorsteher, *oo* Telegraphie, *pp* Schaffner, *qq* Eilgut, *r* Gepäckausgabe, *ss* Steuer, *t* Polizei, *u* Wartesaal, *vv* Wachtzimmer, *ww* Gepäckaufbewahrung, *x* Packkammer, *y* Schiebebühne, *z* Altes Verwaltungsgebäude.

ladendes, auf eisernen Consolen ruhendes Dach, unter dem die Angekommenen die Wagen besteigen können.

In dem Grundrisse (Fig. 4, Tafel XLIII) bezeichnet:

a Expedition für ankommendes Gut, *c* Saal für Publicum, welches Züge erwartet.
b Räume für Post, Polizei, Gepäckträger etc., *d* Unterfahrt für hohe Herrschaften.
e Wartesalon derselben.

Ueber die Halle der Niederschl.-Märk. Bahn s. das Nähere § 31 und Fig. 5, Tafel XLVII.

Das neue Empfangsgebäude zu Zürich, von dem in Fig. 4, Tafel XLV der Grundriss vom Erdgeschoss mitgetheilt wird, zeigt einige höchst bemerkenswerthe Anordnungen, welche auf einen bedeutenden Personenverkehr berechnet sind. Die wesentlichsten Räume liegen an einer Langseite der Personenhalle, vor der Stirn derselben liegt der Raum für die Gepäckausgabe und das Ausgangsvestibül für die Angekommenen. Der architectonischen Gestaltung nach kann man drei Gebäudegruppen unterscheiden. Die Hauptgruppe bildet das eigentliche Empfangsgebäude, an der Abgangsseite der Halle in einem Abstande von 21—24^{m} von derselben entfernt. Die Mitte dieser Gebäudegruppe nimmt das grossartige in Kuppelform überdeckte Abgangsvestibül ein, an welchem rechts und links Vestibüle sich anschliessen, welche rechts die Billetverkaufslocale für I. und II. Classe, dann die Eingänge zu den betreffenden Wartesälen, links die Billetausgabe III. Classe, die Eingänge zum Wartesaal III. Classe und zur Restauration III. Classe enthalten; daran schliessen sich an beiden Seiten Dienstlocale etc. In der Mitte, dem Eingangsvestibüle gegenüber, liegt die Gepäckannahme und erstreckt sich mit einer breiten Rampe bis zum Perron der Personenhalle. Diese Gebäudegruppe zeigt sich im Aeusseren zweigeschossig, der Mittelbau und die beiden Eckpavillons treten über die Zwischenbauten höher hervor. Ausser einem Kellergeschoss, in welchem die Heizräume, Küchen und Kellerräume des Restaurateurs etc. liegen, und dem Erdgeschoss sind theilweis Zwischengeschosse und durchgängig eine Etage angeordnet, in welcher Dienstwohnungen für die Beamten und Bureaus der Eisenbahn-Gesellschaft untergebracht sind. Da die im ersten Geschoss liegenden Räume keine sehr grosse Ausdehnung haben, wie z. B. für die Wartesäle nothwendig, so war es nicht schwierig, ein zweites Geschoss zweckmässig anzuordnen und stabil auszuführen, und konnte andererseits dadurch ein imposantes Aeussere gewonnen werden. — Die zweite Hauptgebäudegruppe liegt zwischen diesem Gebäudetheile und der Personenhalle und enthält die Wartesäle, Restaurationslocale, Lichthöfe und in der Mitte die vorerwähnte Rampe, welche die Gepäckannahme mit der Halle verbindet. Diese Gruppe, welche die Halle auch an der Stirn- und Rückseite umfasst, ist eingeschossig ausgeführt, wodurch ermöglicht ist, dem Empfangsgebäude im zweiten Geschoss und der Halle, welche als dritte Gebäudegruppe sich hoch aus der zweiten emporhebt, volles Seitenlicht, ausserdem aber auch den grossen Wartesälen, Restaurationen etc. angemessene Höhe und Beleuchtung durch Oberlicht zu geben. Eine Reihe von Dienstlocalen schliessen sich der Halle entlang an die Locale für das Publicum an, welche zum Theil ausserordentliche Dimensionen annehmen. Die Halle, welche alle anderen Bautheile überragt, hat eine Länge von 169^{m}, eine lichte Weite von 43^{m},3, und wird ohne Zwischenstützen durch eine in Eisen hergestellte Dachconstruction, welche mit gewelltem Eisenblech eingedeckt wird, überspannt[13]. In Gesimshöhe ist um die ganze Halle eine Gallerie angebracht, um die Beaufsichtigung und Unterhaltung des Daches zu erleichtern und Schneeanhäufungen verhindern zu können. Diese Gallerie dient zu-

[13] Ueber die Construction der Hallen siehe Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1869, p. 585.

gleich als Dachrinne und liegt 18^m,6 hoch über dem Fussboden der Halle. In der Halle liegen zwei Seiten- und ein Mittelperron von je 6^m Breite. — Die im Ganzen überbaute Grundfläche nebst Halle beträgt ca. 13232 □^{m}, die Grundfläche der Personenhalle 7341 □^{m}, die Restaurationslocale und Wartesäle enthalten zusammen einen Flächeninhalt von ca. 935 □^{m}.

Das interessante Gebäude ist nach einer Mittheilung Semper's in der deutschen Bauzeitung 1869, p. 585 von dem Architecten Wanner in Zürich projectirt. Die Kosten sollen ca. 1,980,000 Mk. betragen haben.

In dem Grundriss bezeichnet:

A Einsteigehalle,
a Haupteingang,
b Seiteneingänge,
c Vorhalle,
d Gepäckannahme,
e Expedition,
f Billetverkauf I. und II. Classe,
g Billetverkauf III. Classe,
h Portier,
i Corridor,
k Lichthof mit Glasbedeckung,
l Retiraden,
m Büffets,
n Restauration II. Classe,
o Wartesaal II. Classe,
p Wartesaal I. -
q Toilette,
r Restauration III. Classe,
s Wartesaal III. Classe,
t Retiraden,
u Perrons,
v Platz für die Gepäckausgabe,
w Ausgangsvestibül,
x Wartelocale für Publicum, welches ankommende Reisende erwartet,
y Locale für den Betriebsdienst,
z Bureaus.

§ 16. Empfangsgebäude des Bahnhofs zu Stuttgart. — Legt man die Wartesäle in die Mitte zwischen zwei Gleise, so kann man sich den Vortheil verschaffen, die Züge abwechselnd auf den beiden äusseren Gleisen an daselbst anzulegenden Perrons ankommen zu lassen und den Zeitverlust zu vermeiden, welchen das Umsetzen des Zuges von dem Ankunftsgleise auf das Abfahrtsgleis erfordert. Die Abfahrtsgleise, resp. Perrons liegen in diesem Falle an den Langseiten des Mittelgebäudes, welches also die Anlage in zwei getrennte von einander unabhängige Theile theilt, von welchen jeder eine Kopfstation für sich bilden könnte.

Als Beispiel einer solchen Anlage in grossem Maassstabe ist das neuerbaute Empfangsgebäude des Bahnhofes zu Stuttgart, Fig. 3, Tafel XLII, anzuführen. Der Bahnhof daselbst liegt an einem sehr günstigen Punkte der Stadt und war bei dem ungewöhnlich lebhaften Personenverkehr in allen Theilen zu klein, bevor derselbe umgebaut worden ist. Zu einer Verlegung des Bahnhofes an eine andere Stelle konnte man sich nicht verstehen und um ein Provisorium während des Umbaues zu ersparen, liess man zunächst vom Alten soviel bestehen, wie zur Fortführung des Betriebes nothwendig war, und erbaute neben dem alten Empfangsgebäude, resp. der alten Halle ein neues Empfangsgebäude und eine neue Halle, in der später verwirklichten Absicht, nach Vollendung der neuen Bautheile den Betrieb in diese zu verlegen und darnach das Alte ebenfalls umzubauen.

Es entstand somit die Anlage eines Doppelbahnhofes, bei dessen Projectirung folgende Bedingungen des aufgestellten Programms maassgebend gewesen sind.[14])

1. Einrichtung des Personenbahnhofes mit eigenen Gleisen und Perrons für Ankunft und Abgang in beiden Richtungen und für Localzüge nach und von Canstadt. Möglichkeit die auf einer der beiden Hauptrichtungen ankommenden Züge unabhängig von der ordentlichen Zufahrt auf der andern Seite einlaufen zu lassen.

---

[14]) Förster, Allgem. Bauzeitung, Jahrgang 1868.

2. Verschliessbarkeit der Wartesäle gegen den Einsteigeperron.

3. Bequemer Zugang zu und geräumiger Vorplatz vor den Cassen.

4. Geräumige Gepäckausgabe auf dem Wege von den Cassen nach den Wartesälen.

5. Eilgüterdienst und Vereinigung der Gepäckabgabe mit demselben.

6. Post mit Gang ausserhalb der Passage in den Hallen.

7. Grosse Wartesäle für den königlichen Hof, der I., II. und III. Classe mit Büffets für II. und III. Classe.

8. Bequeme Dienstlocale für die Bahnhofsbeamten und Officianten.

9. Abgesonderte Wartezimmer für Kranke, Gefangene etc.

Ausserdem sollten im Empfangsgebäude noch Locale für die Materialverwaltung, die Hauptcasse, die Canzleien, das technische Bureau und die Eisenbahnverwaltung mit dem Centralbureau und endlich Wohnungen für den Betriebsdirector, Betriebsinspector, und für einige Canzleiwärter eingerichtet werden.

In der Fig. 3, Tafel XLII bezeichnet *BB* die Stelle, auf welcher die alte Halle mit dem Empfangsgebäude sich vorfand, *AA* die zunächst hergestellte neue Halle und *CC* das neue Empfangsgebäude, bei *h* liegen die alten Restaurationslocale.

An der Stirnseite liegt in der Mitte ein grosses in reicher Renaissançe ausgeführtes überwölbtes Säulenvestibül von etwa 29^{m} Breite und Länge, in welchem nach den Bahnen getrennte Billetausgaben eingebaut sind. Neben diesem Vestibül liegen rechts und links Gepäckausgaben, Ausgänge für die Angekommenen und Locale für den Eilgutverkehr, in ebenfalls imposanten Grössenverhältnissen. Von dem Vestibül tritt man in die in der Mitte des Mittelflügels angeordnete grossartige Halle von ca. 8^{m},5 Breite und 114^{m} Länge, an welcher zwei Gepäckannahmen, Aborte, Postlocale, die Wartesäle und Restaurationslocale liegen. Den Abschluss am Ende dieses etwa 157^{m} langen und 34^{m} breiten Bautheiles bilden die Wartesäle und Restaurationslocale III. Classe, endlich die Bureaus der Bahnhofsverwaltung, in deren Mitte ein Thurm sich erhebt, von dessen oberem Geschosse aus der ganze Bahnhof überwacht und der Betrieb mittelst telegraphischer Verbindungen mit dem Güterbahnhofe und anderen wichtigen Bahnhofstheilen geleitet werden soll.

In den schräg zur Bahnachse gestellten Gebäudetheilen sind Bureaus untergebracht.

Ueber die Hallen siehe § 33 und Fig. 1, Tafel XLVIII. Von dem Betriebsplane ist im vorigen Capitel § 14 die Rede gewesen.

Die Räume des Zwischenbaues erhalten ihr Licht indirect von den Hallen und durch Oberlichter. Die Heizung derselben geschieht durch erwärmte Luft, zu welchem Zweck sechs Calorifères in Souterrainräumen aufgestellt sind. Mit der Heizung ist die Lüftung der Wartesäle und Aborte in Verbindung gebracht, indem von hieraus gemauerte Canäle nach den Feuerstellen der Calorifères führen.

Durch einen Tunnelgang ist das vom Bahnhof entfernt liegende Postgebäude mit dem Postlocale auf dem Bahnhofe behufs Transport der Postpäckereien verbunden.

§ 17. Empfangsgebäude des Nordbahnhofs zu Paris. — Von den grossartigen neuesten Bahnhöfen in Paris theilen wir in Fig. 1, Tafel XLVI den Grundriss des Bahnhofes der Nordbahn mit.

Dieser grossartige Bahnhof der Weltstadt wurde von dem verstorbenen Architecten Hittorf in Paris im Jahre 1866 vollendet. Die Anlage ist eine so ausgedehnte und grossartige, dass eine specielle Beschreibung derselben allein ein grösseres Werk

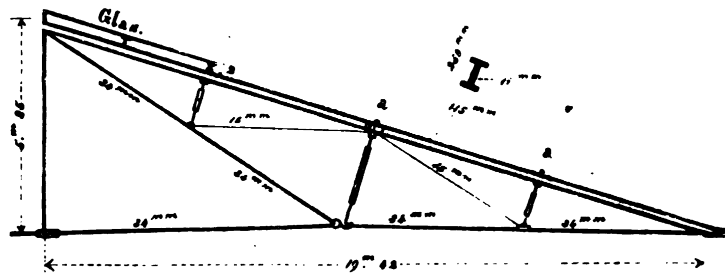
ausmachen könnte. Wir beschränken uns daher darauf, einen Ueberblick zu geben, im Uebrigen auf die Zeichnungen zu verweisen.

Die Anlage hat die Form der Kopfstationen. An der Langseite der Halle liegen rechts die Localitäten für die Ankunft, links diejenigen für die Abfahrt, entsprechend dem Gebrauche auf den französischen Bahnen, auf dem linksseitigen Bahngleise zu fahren. Vor der Stirn der Halle liegen ausser einigen Wartesälen, zum Theil nur untergeordnete Räume, Diensträume für Beamte, die Telegraphenräume, in der Mitte Zimmer für den Kaiser etc., eine Anordnung, welche mit der grossartigen sich weitbogig öffnenden Stirnfaçade am Place de Roubaix nicht wohl im Einklange steht. Die die linke Langseite der Halle einnehmenden Räumlichkeiten für die Abfahrt bilden zwei getrennte Hauptgruppen. Die erste Gruppe, die linke Seite der Stirnfront einnehmend, dient für den sogenannten Banlieue-Verkehr — Stadtgebietverkehr und den Verkehr mit den näher liegenden Städten, Vorstädten etc. — und besteht aus dem Vestibül von pptr. 28^m Länge, 10^m Breite, auf welchem die Billetverkaufsbuden an der Wand aufgestellt sind, der Gepäckannahme von etwa 20^m Länge und 10^m Breite und den Wartesaalabtheilungen für I., II. und III. Classe. Die zweite Gruppe, für den Verkehr auf den grossen Linien nach England und Deutschland bestimmt, enthält ein Vestibül von 95^m Länge und 9^m,5 Breite, eine Reihe von Billetbureaus, eine Gepäckannahme von 26^m und 39^m,5 Länge und vier Systeme von Wartesaalabtheilungen. Alle diese Wartesaalabtheilungen liegen in einem einzigen grossen bis zur schrägen Dachfläche hinaufreichenden Raume von 60^m Länge und 22^m,5 Breite, welcher mittelst Dampfheizung durch in Fussbodencanälen liegende Röhren geheizt werden kann. Die Theilungen sind durch Bretterwände mit darauf gestellten Eisengittern hergestellt. An der Ankunftsseite des Gebäudes liegt die Gepäckausgabe in einer Länge von 40^m, ein Ausgangsvestibül für die nur mit Handgepäck Versehenen, Wartesäle, in welchen diejenigen, welche Gepäck expedirt haben, bis zur Sortirung und Ausgabe desselben zu warten haben, und eine Gepäckausgabe für die der Zollrevision zu unterwerfenden Gepäckstücke. Im Anschlusse an diese Räume links und rechts liegen die grossen Eilguthallen und Bureaus, links für den Versand, rechts für den Empfang.

In der Fig. 1 auf Tafel XLVI bezeichnen: *a* Zimmer für den Kaiser, *b* Telegraphenräume, *c*, *c* Ausgänge für die Reisenden, *d*, *d* Diensträume, *e*, *e* Wartesäle für den Banlieue-Verkehr I., II. und III. Classe, *f*, *f* Wartesäle für die Hauptlinien I., II. und III. Classe, *g*, *g* Wartesäle für die Zweigbahnen I., II. und III. Classe, *h*, *h* Gepäckausgabe für den Banlieue-Verkehr, *i*, *i* Billetausgabe, *k*, *k* Gepäckausgabe für die Hauptlinien und Zweigbahnen.

Ueber die Hallen siehe § 34 und Fig. 3, Tafel XLVIII.

Fig. 8.



Die grosse Gepäckausgabe, welche 38^m,84 im Lichten hat, enthält eine freitragende Dachconstruction von der in Fig. 8 dargestellten Form nach dem Polon-

ceau'schen Constructionssystem. Die Probebelastung der Binder geschah durch eine Belastung von 150 Pfund pro Quadratmeter. Die Deckung des Daches besteht in der Mitte aus Glas, im Uebrigen aus Zinkblech auf Holzunterlage. Zur Längsverbindung sind bei *a a* Zugstangen angebracht.

In der Hauptgepäckannahme sind die Tische im Zickzack so aufgestellt, dass sich einem Tischschenkel entlang eine sogenannte Queue von Menschen bilden kann, welche sich mit den Gepäckstücken nach dem Expeditionspunkte am Endpunkte fortbewegen, indem sie dieselben auf dem Tische, welcher zu diesem Zwecke mit halbrund geformten schmiedeeisernen Leisten beschlagen ist, fortschieben. An dem Expeditionsbureau angelangt, werden die Gepäckstücke der Reihe nach gewogen, expedirt und die Aufgeber abgefertigt.

Vor den Eingängen zu den Wartesälen werden, wie erwähnt, die Billets revidirt und in dieselben nur Personen mit Billets eingelassen. Die Vestibüle dienen den Reisenden deshalb ebensowohl zu längerem Aufenthalte wie die Wartesäle. Es ist darnach wohl erklärlich, dass das Vestibül für den Hauptverkehr mit einer Breite von 9m,5 zu schmal befunden wird.

Die Wandflächen aller grösseren Räume des Gebäudes sind aus sauber bearbeiteten Quadern ohne Verputz und ohne Anstrich hergestellt. An den grossen schlichten Flächen im Wartesaale sind im grossen Maassstabe die Karten von Frankreich, Deutschland, England und der Situationsplan von Paris mit Umgebungen farbig gemalt dargestellt. Die Decke des Saales ist in Holztäfelung einfach mit Leisten hergestellt und auf röthlich gelbem Grunde mit rothen Linien und Ornamenten einfach decorirt. Die Leisten sind grün mit goldgelben Linien, die eisernen Säulen ebenfalls grün mit Goldverzierungen decorirt. In den Theilungswänden sind Zeitungsverkaufsbureaus angebracht, Buffets überall nicht vorhanden.

Die Kosten der Erbauung haben sich nach Hittorf's Angaben folgendermaassen herausgestellt. Sie betrugen pro Quadratmeter der bebauten Grundfläche einschliesslich der Halle $47^2/_3$ Thlr. = 143 Mk. Rund gerechnet betragen danach die Gesammtkosten 1,500,000 Thlr. = 4,500,000 Mk. Die Hallenüberdachung kostete pro Quadratmeter der überdachten Fläche 39 Mk. Für die an der Vorderfront aufgestellten Colossalstatuen, welche die mit Paris verbundenen Städte repräsentiren und von denen die den Hauptgiebel krönende die Stadt Paris selbst allegorisch darstellt, wurden verausgabt für jede der grösseren 1330 Thlr. = 3990 Mk., für jede der kleineren 800 Thlr. = 2400 Mk. In den beiden, im Mittelgiebel befindlichen Reliefs sind Pluto und Neptun dargestellt, die Spender der Metalle, Werkzeuge, des Wassers und Dampfes als brüderliche Beherrscher der Unterwelt und der Meere.

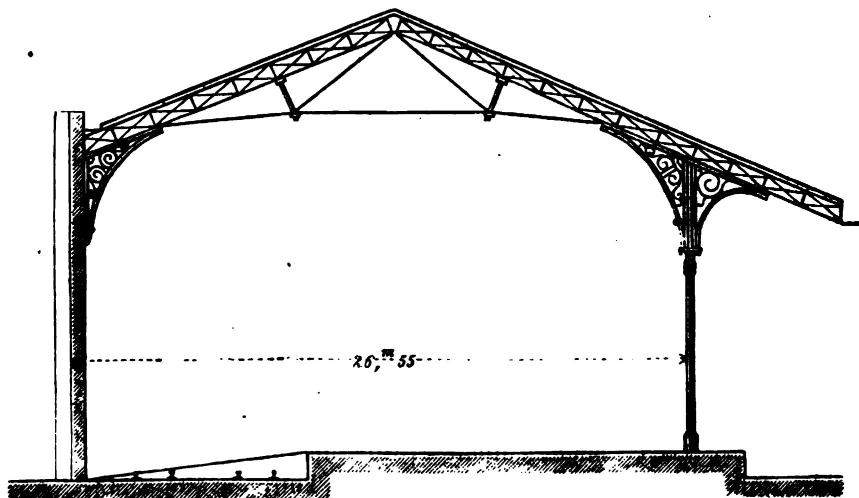
§ 18. Der Bahnhof der Orleansbahn in Paris, Fig. 2, Tafel XLVI, ein ähnlich grossartiger und radicaler Umbau an Stelle eines alten, nicht ausreichenden Bahnhofes, ist in der Anordnung von dem vorigen dadurch verschieden, dass die Stirn der Halle durch das Administrationsgebäude abgeschlossen und dadurch die Abfahrtseite von der Ankunftsseite vollständig getrennt ist. Wie aus dem Grundrisse Fig. 2 hervorgeht, liegen die Baulichkeiten für die Abfahrt linkseitig am Quai d'Austerlitz, die für die Ankunft rechtseitig an einem besonderen Ankunftshofe.

Die Abfahrtsseite enthält einen abgeschlossenen Vorhof, in dessen Mitte sich das Vestibül von 10m,4 Länge, 17m,3 Breite und 11m Höhe durch grosse Eingangsöffnungen deutlich hervorhebt. Die Langseite desselben den Eingängen gegenüber nehmen die Billetverkaufslocale ein, links liegt die Gepäckannahme, rechts der Wartesaal, welcher zwei Gruppen von Wartesaalabtheilungen enthält. Die Gepäckannahme hat 59m,7 Länge

und 20^m,8 Breite, dieselbe Grösse hat der Wartesaal. Diese Anordnung ist sehr einfach und übersichtlich und unterscheidet sich im Wesentlichen von der bei den neuen Berliner Bahnhöfen typisch gewordenen nur dadurch, dass die rechts vom Vestibül liegenden Räume dort links liegen und umgekehrt, weil auf den französischen Bahnen links, auf den preussischen rechtsseitig gefahren wird, und dadurch, dass das Vestibül bei dem Orleansbahnhofe an der Perronseite verbaut, bei den Berliner Bahnhöfen offen ist. Bedeckte offene Hallen rechts und links vom Vestibül verbinden dasselbe mit den Retiraden, dem Postlocale und der linksseitig liegenden Restauration. Die Ankunftsseite enthält eine Gepäckausgabe von 110^m Länge und 14^m,8 Breite, ein Bureau, einen Wartesaal nebst Vestibül für das Publicum und ein Telegraphenlocal. Die sonstigen Locale sind auf der Zeichnung beschrieben. Der Hof für die Ankunft ist auf etwa 50^m Länge bei 40^m,5 Breite überdacht.

Vor der Stirn der Halle sind Ueberdachungen zur Aufstellung der Postwagen angebracht und an den Enden der Halle schliessen sich die Hallen für den Eilgutverkehr an, deren Construction in nachstehender Fig. 9 dargestellt ist.

Fig. 9.



Die Kosten dieses Bahnhofes sollen betragen haben:

für Gebäude	6,260,102	Frcs.
- Brücken, Perrons etc.	800,000	-
- Terrain	6,500,000	-
an Salair etc.	139,757	-
Summa	13,700,000	Frcs. = 10,960,000 Mk.

Besondere Beachtung verdient der Bahnhof in Bezug auf die Anordnung des Grundrisses. welche bei auffälliger Einfachheit und Uebersichtlichkeit gerade den wichtigsten der an grössere Bahnhöfe zu stellenden Anforderungen am meisten entspricht.

d. Empfangsgebäude auf Inselperrons.[15])

(Kreuz, Hamm, Corbetha, Minden, Königszelt, Gladbach, Wittenberg, Kohlfurt, Eydkuhnen, Angermünde, Lehrte, Wunstorff, Cottbus.)

§ 19. Empfangsgebäude auf den Bahnhöfen Nordstemmen, Gladbach Hamm und Cottbus. — Diese Gebäude haben meistens einen geringen Localverkehr, dagegen einen um so grösseren Durchgangsverkehr zu vermitteln. Demzufolge enthalten sie meistens sehr ausgedehnte Wartesaal- und Restaurationslocale, dagegen untergeordnete Bureaus für Billetverkauf und Gepäckexpedition.

In allen Fällen müssen die Expeditionsräume auf der dem Orte zugewandten Giebelseite des Gebäudes angeordnet werden. Von denselben sollen die Empfangsräume ohne Benutzung der Perrons erreicht werden können. Anderseits müssen die Empfangsräume von beiden Perronseiten aus leicht zugänglich sein: auch muss gleichzeitig von beiden Seiten aus ein- und ausgegangen werden können, ohne dass Zugluft darin entsteht. Ferner soll man von einer Seite des Perrons zur anderen gelangen können, ohne die Empfangsräume zu passiren, und dessen ungeachtet mit Vermeidung grosser Umwege. Auf gute Keller ist nicht zu rechnen, da die Räume des Erdgeschosses nicht erheblich höher als der Perron liegen dürfen.

Als charakteristische Beispiele führen wir an:

Das Empfangsgebäude auf dem Bahnhofe Nordstemmen der Hannoverschen Eisenbahn[16]), dessen Grundriss in Fig. 3, Tafel XLVI dargestellt ist, liegt in der Mitte eines Inselperrons und ist an allen Seiten umgeben von einem den Perron überdeckenden Pultdache auf Säulen. Offene Vorhallen an den Langseiten vermitteln zur Vermeidung von Zugluft in den Wartesälen den Zugang zu denselben. Die Säle ragen in der Höhe über die Perronbedachung hinaus und haben oberhalb derselben Seitenlicht. Die Eckpavillons sind zweigeschossig und enthalten im Erdgeschoss die Diensträume für die Eisenbahn und Post, Billet- und Gepäckexpedition für den nicht unbedeutenden Localverkehr und Räume für hohe Herrschaften, im 1. Geschoss Dienstwohnungen. Das Gebäude enthält 975□^{m} überbaute Grundfläche und kostete 44,300 Thlr., mithin der Quadratmeter etwa $45\frac{1}{2}$ Thlr. = 136,5 Mk.

Empfangsgebäude zu Gladbach.[17]) — In Gladbach, einer Stadt von mittlerer Grösse, trifft die Aachen-Düsseldorfer mit der Ruhrort-Crefelder Eisenbahn zusammen. Das Empfangsgebäude wurde dieserhalb auf einen Inselperron gestellt, und da viele Passagiere von der einen auf die andere Bahn übergehen, so ist für eine geräumige und bedeckte Verbindung der beiderseitigen Perrons in zweckmässiger Weise Bedacht genommen und dieserhalb zwischen dem eigentlichen Dienstgebäude und den Wartesälen eine bedeckte Passage von $7^{m},5$ Breite angeordnet. Die Einrichtung des Erdgeschosses erläutert sich im Uebrigen aus dem Grundrisse Fig. 4, Tafel XXXVIII.

---

15) Erbkam's Zeitschrift für Bauw., Jahrgang XII. 1862, p. 370.

Desgl., Jahrgang XXIII. 1873. Daselbst die Bahnhöfe: Kohlfurt, Schneidemühl, Lauban, Fröndenberg, Rothenburg, Cottbus, Hagen (Berg.-Märk.-Bahn), Arendshausen, Düren, Bingerbrück, Guben, Halle, Hameln, Benschen (Märk.-Posen. Bahn).

16) Ueber Trennungsbahnhöfe, insbesondere über den Bahnhof Nordstemmen, vom Baurath Funk. Zeitschrift d. Arch.- u. Ing.-Ver. für das Königr. Hannover, Band VII. 1861.

17) Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XII, p. 319.

In demselben bezeichnet:

a Vestibül,	*g* Stationsvorsteher,
b Billetraum,	*h* Passage,
c Gepäck,	*i* Wartesaal III. und IV. Classe,
d Portier,	*k* - I. - II. -
e Telegraph,	*l* Buffet,
f Commissionszimmer,	*m* Damenzimmer,

n, *n* Toilettenzimmer.

Im Grundriss vom 1. Geschoss bezeichnet:

1 Wohnung für den Assistenten,
2 Wohnung für den Einnehmer.

Die Kosten dieses Gebäudes haben 35,500 Thlr. = 106,500 Mk. betragen.

Aehnliche Anordnung zeigt das Empfangsgebäude des Bahnhofes Crefeld (Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XII).

Das Empfangsgebäude auf dem Bahnhofe Hamm, Fig. 4, Tafel XLVI. — Dasselbe dient gemeinschaftlich der Köln-Mindener, Westphälischen und Bergisch-Märkischen Eisenbahn. Die grosse Breite des Perrons gestattete die Anlage eines Hofes im Inneren des Gebäudes und die Gruppirung eines grossen Theils der Räumlichkeiten um denselben. Die Längenausdehnung konnte dadurch auf ein Minimum beschränkt werden. Die Verbindung der einzelnen Räume untereinander bietet infolge dessen manches Bequeme und der Zusammenhang ist leicht erkennbar. Nur der Wartesaal III. und IV. Classe ist gemeinschaftlich; im Uebrigen hat jede Perronseite ihre besonderen Dienst- und Empfangsräume. Die Wirthschaftshöfe am Nebengebäude sind durch einen $3^{m},77$ breiten Gang vom Hauptgebäude getrennt, jedoch durch einen unterirdischen Gang vom Souterrain desselben aus zugänglich. Eine zweite Passage von Perron zu Perron führt über den mit Glas überdeckten Mittelhof. An dem Gebäude sind auf beiden Seiten Perronüberdachungen auf Säulen angebracht (siehe Fig. 10 und 11, Tafel XLVIII). Vor den Hauptgiebel des Gebändes führt ein Fahrweg, welcher von einer Niveauüberführung über beide Bahnen abzweigt und die Verbindung mit der Stadt herstellt.

Eine ähnliche, bezüglich der Verbindung mit den Perrons zweckmässige Anlage zeigt das Empfangsgebäude der Berlin-Görlitzer Eisenbahn auf dem Bahnhofe Cottbus, Fig. 5, Tafel XLVI.

Im Grundrisse bezeichnet:

a Vorhalle,	*l* Restaurateur,
b Vestibül,	*m* Passage,
c Billetverkauf,	*n* Wartesaal I. und II. Classe,
d Gepäckannahme,	*o* Damenzimmer,
e Durchgang,	*p* Speisesaal,
f Telegraph,	*q* Glashalle,
g Gepäckcasse,	*r* Packkammer,
h Portier,	*s* Flur,
i Zimmer des Stationsvorstehers,	*t* Wachtzimmer,
k Wartesaal III. und IV. Classe,	*u* Expedition,

v Garten.

§ 20. Englische Empfangsgebäude.[18]) — Die allgemeine Anordnung der neuen Personenbahnhöfe in London ist der der älteren im Allgemeinen ähnlich geblieben. Sämmtliche englische Bahnhöfe zeichnen sich durch vollständige Abgeschlossen-

[18]) Personenbahnhöfe. Allgemeine Zeitschrift f. Bauw. von Erbkam. Jahrgang 1868. Ueber englische Eisenbahn-Einrichtungen.

heit aus, welche die Aufrechterhaltung der Ordnung und den Schutz gegen Diebstahl wesentlich erleichtert.

Bei den Endstationen befinden sich die Expeditionsräume grösstentheils am Ende der Gleise, von wo man zu den verschiedenen langen, zwischen den Gleisen gelegenen Perrons gelangt. Das Ende grosser Stationen ist bei den neueren Anlagen öfter durch ein grossartiges Hôtel geschlossen. Ueberall befinden sich in den grossen Hallen ausser den Perrons auch geräumige Anfahrten für das Fuhrwerk.[19]

Das Vestibül und der vor demselben gelegene breite Perron bilden den Mittelpunkt. Inmitten dieses freien Platzes erhebt sich ein Aufbau mit dem Bureau des Bahnhofsvorstehers, von wo aus derselbe den gesammten Betrieb leicht leiten und überwachen kann. — Dort sind neben der Uhr die Abfahrtszeiten der Züge mit dem Orte der Bestimmung mit grossen Lettern und bei Dunkelheit gehörig beleuchtet zu lesen. Daselbst finden sich ferner Tafeln, auf welchen die Aufstellung der Züge jedem Ankommenden leicht erkennbar angegeben ist. Ausserdem sind die Perrons an einigen Orten durch Barrièren geschieden, so dass von dem Mittelplatze aus nur eine Thür zu jedem Zuge führt, an welcher der Fremde durch die Beamten zurechtgewiesen wird.

Auf Zwischenstationen verlässt der Zug wohl nie das betreffende Fahrgleis, weshalb die Warteräume und Billetexpeditionen theilweise doppelt angeordnet sind. Die allgemein übliche Anordnung von dergleichen Einrichtungen geht aus der Skizze Fig. 2, Tafel XLV (Bahnhof Thirsk) hervor.

Es bezeichnet daselbst:

1 Restauration,	*9* Eilgut,
2 Wartezimmer III. Classe,	*10* Telegraphenbureau,
3 - II. -	*11* Stations-Vorsteher-Bureau,
4, *4*, *7* Durchfahrt und Durchgang,	*12* Materialien-Magazin
5 Damenzimmer,	*13* Portier,
6 Wartezimmer I. Classe,	*14* Retirade,
8 Billetbureau,	*15* Gemeinschaftliche Wartezimmer.

Vor der überdeckten Halle zur Vorfahrt der Wagen gelangt man in ein geräumiges Vestibül, in welchem sich ein Einbau für die Billetausgabe mit zahlreichen Schaltern, auch Waagen zur etwaigen Verwiegung des Gepäcks befinden.

An das Vestibül schliesst sich auf der einen Seite der Perron, auf den übrigen einzelne Wartezimmer an. Der Zutritt zu dem Perron steht dem Publicum in der Regel frei; häufig gelangt man auch über denselben zu den Wartezimmern. Letztere sind im Vergleich zu der Grösse des Personenverkehrs nur klein und können nur aus dem Grunde genügen, weil das Publicum gewöhnt ist, alsbald seinen Platz im Wagen einzunehmen oder sich auf dem Perron der Einsteigehalle aufzuhalten.

Der kolossale Verkehr nach dem Krystallpalaste (Sydenham) ist nur durch folgende Einrichtungen zu bewältigen gewesen:

Theilung der Billetschalter,
Anbringung derselben auf den Ecken des Expeditionslocals,
vorherige Abzählung und Abstempelung der Billets,
Theilung der Personenstation in mehrere Hallen und Gleisgruppen,
Zurückweisung aller Personen, welche nicht durch Billets legitimirt sind,
endlich durch die den ankommenden Personen gebotene Erleichterung.

---

[19]) Hartwich, Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen, p. 25. Berlin 1874. Ernst & Korn.

sofort ihr Gepäck zu erhalten und zu den Cabs etc. zu gelangen, resp. ohne Zusammentreffen mit den zur Bahn Eilenden auf kürzestem Wege den Ausgang zu erreichen.

Der mit 6—8 Schaltern versehene Billetverkaufsraum ist an der Rückwand des sehr geräumigen Vestibüls im Empfangsgebäude halbkreisförmig eingebaut. Je nach dem Andrange des Publicums werden einige oder sämmtliche Schalter mit Billeteurs besetzt, deren Thätigkeit ein in dem verhältnissmässig nur kleinen Raume anwesender Oberbilleteur leitet und controlirt. Die für den vorliegenden Zweck sehr vortheilhafte halbrunde Form erleichert im Innern die Uebersicht, während sie im Aeussern einem Gedränge am wirksamsten begegnet. Das Vestibül, dem sich zu beiden Seiten die Gepäckexpedition und Wartezimmer anschliessen, hat unmittelbare Ausgänge nach dem Perron, durch welche die mit Billets versehenen Personen auf directestem Wege nach den Wagen des für die Abfahrt bereitgestellten Zuges gelangen.

Da man in England bestrebt ist, soviel Gepäck als möglich in den Coupés unterzubringen[20], so wird dadurch die rechtzeitige Abfertigung an den Trennungsstationen des vielfältig verzweigten Eisenbahnnetzes Englands sehr erleichtert.

Eine erhebliche Erleichterung bei der Ausgabe des Gepäcks auf grösseren Stationen besteht darin, dass dasselbe auf lange, auf dem Perron aufgestellte Tische niedergelegt und nach den Anfangsbuchstaben der Aufgabestationen geordnet wird.

Mit den Personenstationen in Verbindung finden sich die Eilgutexpeditionen und besondere Bureaus, in welchen man jederzeit gegen Entrichtung einer mässigen Gebühr Gepäckstücke gegen Empfangsbescheinigung zur Aufbewahrung abgeben kann, eine Einrichtung, welche von besonderer Bequemlichkeit ist, wenn Reisende nur kurze Zeit an einem Orte verweilen.

Die Wartesäle sind gewöhnlich geschieden nach den verschiedenen Classen, sowie für Herren und Damen.

Restaurationslocale befinden sich meistens in besonderen Räumen. Für Aborte ist nirgends auf den Zügen, wohl aber selbst auf den untergeordneten Stationen in vortrefflicher Weise gesorgt. Die betreffenden Anlagen liegen nicht, wie häufig in Deutschland, absichtlich versteckt in verschämter Form, sondern gehören zu den bevorzugten Räumlichkeiten der Gebäude und sind augenfällig bezeichnet. Man vermeidet es, die Aborte für Frauen und Männer neben einander zu legen, sorgt vielmehr durch Anlagen an verschiedenen Orten des Perrons für eine genügende räumliche Absonderung. Sie liegen häufig in der Nähe der Wartezimmer und sind auch wohl mit Lavoirs verbunden, für deren Benutzung eine Kleinigkeit gezahlt wird. Die bezüglichen Locale sind in der Regel auf das Beste ausgestattet und unterhalten. Waterclosets sind in England überall eingeführt und lassen kaum etwas zu wünschen übrig. Von den Pissoirs lässt sich ein Gleiches nicht immer sagen. Trotz der zweckmässigsten Einrichtungen, als: Schieferbekleidung der Wände, Wasserspülung und Ventilation etc., nimmt man selbst in den ersten derartigen Anstalten zum Chlorkalk behufs Vermeidung des üblen Geruchs seine Zuflucht. Wenn der Bahnhof eine Durch-

---

[20] Auf der North-Western-Bahn haben die Passagiere der I. Classe 112 Pfd., die der II Classe 100 und die der III. Classe 56 Pfd. Reisegepäck frei, von dem nur die grösseren Stücke für den durchgehenden Verkehr der grossen Routen in den Gepäckwagen kommen. Im Uebrigen wird das Gepäck, soweit es nicht innerhalb des Wagens Platz findet, auf das Verdeck der Wagen gelegt. Es bleibt alsdann dem Reisenden überlassen, sich von dem Orte und der Richtigkeit der Verladung zu überzeugen und das Gepäck auf der Ankunftsstation dort wieder fortnehmen zu lassen.
Zeitschrift f. Bauw., Jahrgang XIII, p. 611.

gangsstation ist, oder wenn bei der Lage des Bahnhofes zur Stadt die ankommenden und abgehenden Züge auf ein und derselben Seite abgefertigt werden müssen, so findet man die Disposition Fig. 4, Tafel XLIV, welche sich mit geringen Aenderungen wiederholt. Fig. 4 giebt eine Skizze der Personenstation zu Chester.

In derselben bezeichnet:

a Wartezimmer III. Classe,	*l* Restauration I. Classe,
b Eilgutbureau,	*m* - II. -
c Wartezimmer II. Classe,	*n* - III. -
d Verlorenes Gepäck,	*o* Uhr etc.,
e Damenzimmer,	*p* Glocke,
f Retirade,	*q* Stations-Vorsteher-Bureau,
g Wartezimmer I. Classe,	*r* Buchhandlung,
h Billetbureau,	*s* Schiebebühnen.

An den Stirnseiten des Empfangsgebäudes befinden sich besondere Hallen, todtauslaufende Ankunftsgleise und die Droschkenplätze, während an die hintere Langseite die eigentliche Einsteigehalle sich anschliesst. Dieselbe bietet Raum zur gleichzeitigen Abfertigung von 6 Zügen.

II. Perronüberdachungen.

§ 21. Allgemeines über Perrons und Abris von französischen Bahnen. — Auf den wichtigeren Stationen ist es nothwendig, die Perrons auf eine so grosse Länge zu überdachen, dass die Reisenden im Trocknen aus- und einsteigen können. Da bei den französischen Bahnen beiderseits ausgestiegen wird, so hat man auf dem den Empfangsgebäuden gegenüber auf der andern Seite der Hauptgleise liegenden Perron zu diesem Zwecke besondere Ueberdachungen, sogenannte Abris angelegt, von welcher Fig. 6, Tafel XLVI die Längenansicht, Fig. 7 den Querdurchschnitt zeigt. In diesen Abris haben die Abreisenden die Ankunft der Züge zu erwarten und die Ankommenden so lange sich aufzuhalten, bis der Zug sich wieder entfernt hat, bevor sie die Gleise überschreiten dürfen, um nach der Stadt zu gelangen. Gewöhnlich sind an diesen Abris einige Retiraden angebaut und in denselben Sitzbänke angebracht, wie bei den Abris der Zwischenstationen I. Classe der französischen Ostbahn Fig. 10 in der Längenansicht mit Fig. 11 im Grundriss ersichtlich ist. Die Dachdeckung besteht

Fig. 10.



Abri I. Classe auf der französischen Ostbahn.

Fig. 11.

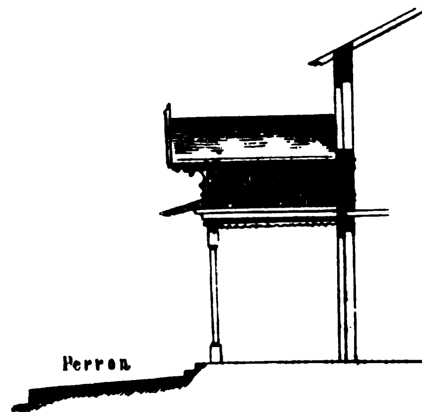


bei Fig. 7, Tafel XLVI aus Zinkblech, welches jedoch meistens bei der gezeichneten zu flachen Dachneigung nicht dicht hält.

Die Säulen, welche Perronüberdachungen zu tragen haben, sollen mindestens 3m,0 von der Mitte des nächsten Bahngleises und möglichst weit von einander gestellt werden. (Siehe auch p. 710, die technischen Vereinbarungen des D. E. V. I. § 74.) Die Höhe der tiefsten Punkte der Perronbedachung, soweit sie den Perron überragt, ist nach dem Normalprofile des lichten Raumes für die Bahnhöfe festzustellen. Dabei ist es zweckmässig, die Vorderkante des Perrondaches auf 1m,3 bis 1m,5 Entfernung von der Mitte des nächsten Gleises vortreten zu lassen, um den Schlagregen möglichst von Wagenthüren zurückzuhalten.

§ 22. Die ältesten Perronüberdachungen sind häufig durch sehr viele Säulen in Abständen von 3m bis 4m,6 unterstützt und in Holzconstructionen hergestellt Sie haben ein schwerfälliges Ansehen und verdunkelten nicht selten die dahinter liegenden Räume in nachtheiliger Weise. Wiewohl die Anordnung der Ueberdachungen im architectonischen Zusammenhange mit den Gebäuden stehen soll, so darf doch die Zweckmässigkeit nicht unter dieser Rücksicht leiden und vor Allem sind Säulen, welche die Bewegung auf den Perrons in der nachtheiligsten und gefährlichsten Weise behindern, thunlichst zu vermeiden.

Fig. 12.



Bei vielen Stationen lässt man den vorderen Theil des Perrons frei und überdacht nur den am Gebäude um einige Stufen höher liegenden Theil desselben auf vielleicht 3m Breite. Siehe Fig. 12, eine Skizze der Perronüberdachung in Traunstein. Auch wählt man wohl für kleine Haltestellen die Anordnung, welche aus Fig. 13 und Fig. 14 im Grundriss ersichtlich ist. In diesen Fällen wird der überdachte Theil des Perrons von dem am Gleise liegenden Theile desselben durch ein zwischen den Säulen angebrachtes Geländer getrennt gehalten, in welchem Thüren angebracht sind, die nur geöffnet werden, wenn Reisende einsteigen sollen.

Fig. 13.

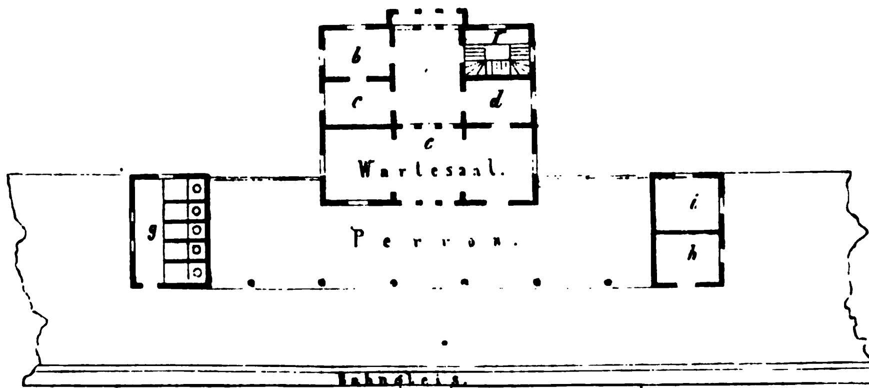
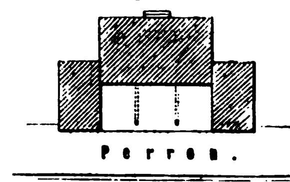


Fig. 14.



In Fig. 13 bedeutet:

a Vorplatz, *d* Buffet,
b Billetverkauf, *e* Wartesaal,
c Gepäckexpedition, *f* Treppe zur Wohnung im ersten Geschoss.

In den Nebengebäuden liegen bei *g* Aborte, bei *h* ein Raum für Bahnhofsarbeiter und bei *i* ein kleines Magazin.

§ 23. Neuere Perrondächer. — Auf den neuen Bahnen sind Ueberdachungen in Holzconstructionen seltener geworden, die Anwendung des Eisens, namentlich des Schmiedeeisens, hat den Vorzug erhalten. Man findet dabei ganz besonders auf norddeutschen Bahnen grossen Ideenreichthum entfaltet und in vielen originellen und schönen Constructionen zur Ausführung gebracht. Abgesehen von Detaildurchbildungen lassen sich dieselben auf vier verschiedene Systeme zurückführen.

Bei dem ersten construirt man ein einfaches Pultdach, stellt Binder in Gitterwerk, Fachwerk, nach dem Polonceau'schen oder einem anderen Systeme her, unterstützt diese Binder einerseits an der Mauer des Gebäudes durch Consolen, andererseits durch Säulen und legt auf die Binder Längspfetten von Holz, L-Eisen, T-Eisen oder Doppelt-T-Eisen. Bei grossen Säulenweiten legt man auf die Säulen der Längenrichtung nach Gitter- oder Fachwerksträger, starke Doppelt-T-Eisen und unterstützt dadurch die zwischen den Säulen liegenden Binder. Die Dachdeckung besteht entweder aus Zinkblech auf Unterschalung, Wellenzink, gewelltem verzinktem Eisenblech oder auch undurchsichtigem Glase, Rohglas etc.

Ein Beispiel dieser Construction zeigt die Skizze von einigen Perrondächern der Köln-Mindener Eisenbahn Fig. 6, Tafel XLVIII. Die Construction ist bezüglich der Abführung des Regenwassers von der vorderen Kante des Daches bei *a* unzweckmässig und unschön, indem das Fallrohr von der Dachrinne bis zur Säule, welche in den meisten Fällen gleichzeitig zur Ableitung des Regenwassers benutzt wird, sich selten dem Uebrigen entsprechend architectonisch gestalten lassen wird und häufig gerade in diesen Rohrtheilen Verstopfungen eintreten, welche schwer zu beseitigen sind und das Ueberlaufen der Dachrinne, sowie das Springen der Säulen bei Frost zur Folge haben.

Beim zweiten Constructionssysteme ordnet man nach Maassgabe der zur Unterstützung des Daches aufzustellenden Säulen normal gegen das Gebäude gerichtete Satteldächer an, legt die Dachrinnen in die über den Säulen gebildeten Dachkehlen und lässt sie direct in die Säulen einmünden. Die Satteldächer sind in Dreiecksform oder gebogen ausgeführt. Auch findet man diese Anordnung mit einem Pultdache am Gebäude combinirt, welches letztere dann mit Glas eingedeckt ist, um die darunter liegenden Räume zu erhellen.

Fig. 15.

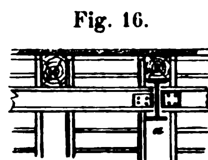


Fig. 10, Tafel XLVIII zeigt den Querdurchschnitt und Fig. 11 den Längendurchschnitt einer solchen Anordnung auf dem Bahnhofe Hamm in Skizzen. Die in Kehlen liegende Dachrinne ist von Eisen und so stark hergestellt, dass sie gleichzeitig zur Unterstützung der Satteldächer dient, welche hier in Bogenform von gewelltem Blech ausgeführt sind.

Eine einfachere, neuerdings häufig ausgeführte Anordnung zeigt das dritte System Fig. 15, Skizze von der Perronbedachung auf dem Leipzig-Dresdener Bahnhofe zu Leipzig. Sie besteht aus einem Pultdache mit aufgebogener Vorderkante.

Die Rinne, welche bei dem ersten Systeme an der Vorderkante des Daches angebracht werden muss, liegt hier über den Säulen und findet die Wasserableitung durch dieselben in directester Weise statt. Die Säulen stehen bei diesem Dache etwa 7^{m} von einander entfernt; auf denselben liegen der Länge nach Doppelt-T-Träger und auf diesen die ebenfalls in Doppelt-T-Form von Schmiedeeisen gewalzten Bindersparren. Zwischen den Bindersparren sind der Längenrichtung nach zur Unterstützung der Lehrsparren Träger in Doppelt-T-Form mittelst Winkelblechen befestigt. Die Lehrsparren bestehen, wie Fig. 16 im Durschnitt durch die Dachfläche der Längenrichtung nach zeigt, aus Holz, und auf denselben sind die Verschalungsdielen genagelt. Zum Zwecke der Nagelung sind auch auf den Bindesparren *a* schwächere Hölzer angebracht. Die Eindeckung der Dachfläche besteht aus Zinkblech. Aehnliche Construction, jedoch ganz in Eisen ausgeführt, zeigt die Perronbedachung in Trouville-Deauville Fig. 17 auf der französischen Westbahn, welche Bedachung zum Theil mit Glas eingedeckt ist.

Fig. 16.



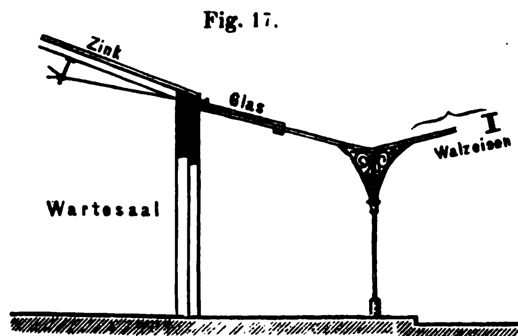


Fig. 17.

§ 24. Freitragende Perrondächer. — Als viertes System bezeichnen wir die Construction der freitragenden Dächer, welche der Säulenunterstützung gänzlich entbehren und, wenn auch architectonisch weniger schön, doch als am zweckmässigsten zu empfehlen sind.

Wir führen hier zunächst eine Construction an, welche auf Hannoverschen Bahnen vielfach zur Ausführung gekommen ist, bei der steuerfreien Niederlage zu Harburg, wie die Zeichnung Fig. 7, Tafel XLVIII zeigt.[21])

Diese Ueberdachung besteht aus Gitterträgern von Schmiedeeisen, die Eindeckung aus gewelltem Blech auf horizontalen eisernen Pfetten. Da die Höhe des Gebäudes, an dem die Dächer angebracht sind, es zuliess, so sind die Gitterträger mit eisernen Stangen aufgehängt, welche durch die Mauer hindurch hinterwärts über gusseiserne Platten mit Splinten befestigt sind. Die Kosten dieser Ueberdachung haben pro Quadratmeter 31,5 Mk. bei Eindeckung mit verzinktem Eisenblech und 28 Mk. bei Eindeckung mit Zinkblech betragen. Unter der Voraussetzung einer zulässigen Inanspruchnahme des Schmiedeeisens von 350—400 Kilogr. pro Quadratcentimeter sind für die 21 Fuss weit ausladende Console die unteren Gurte derselben aus einem T-Eisen von 65^{mm} bei 8^{mm} Stärke hergestellt, während die oberen Gurte aus einem T-Eisen von 26^{mm} Breite und 10^{mm} Stärke bestehen. Die Hängestange hat einen Durchmesser von 33^{mm} erhalten, so dass die Inanspruchnahme im Maximo = 825 Kilogr. pro Quadratmeter beträgt.

---

[21]) Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1860, p. 312.

Die Gitterstäbe haben durchgehends 38mm Breite und 10mm Stärke

Die Längspfetten liegen auf 4m frei in Abständen von 0m,8 und b
T-Eisen von 65mm Breite bei 10mm Stärke, hätten jedoch zweckmässig et
sein können.

Die Ablaufrohre von den Dachrinnen hängen auch bei dieser Constr
den Consolen und das Regenwasser, welches sich in der vom Gebäude e
genden Rinne sammelt, muss dadurch an die Gebäudemauer zurückgefül

Auf die Anlage dieser Ablaufrohre muss bei Aufstellung des Project
Rücksicht genommen werden, da dieselben das Normaldurchfahrtsprofil ni
dürfen. Die Ueberdachung ist dieserhalb um so viel höher über den S
zu legen, wie zur Anlage
rohres erforderlich ist, ohne
selbe in das Durchfahrtsprofil

Fig. 18.

Bei der Perronüberd
dem Bahnhofe Elmshorn [22]
Fig. 9 auf Tafel XLVIII) ist
rohr unmittelbar unter de
Stemmeisen der Gittercons
bracht und dieses nicht horiz
dern schräg gestellt. Die Con
dabei eine grössere Basis e
tragen sich frei ohne Zugsta

Bei der Perronbed
Nienburg Fig. 18 liegt ob
oberen Befestigungspunktes
solen nur ein kleiner Mauerk
halb eine Verankerung der Consolen mit den Balken angebracht ist, um g
Widerstand der Zugkraft derselben entgegenzusetzen.

Fig. 19.

Ueber die Stabi
Constructionen sind
kampf an der oben a
Stelle Berechnungen
aus denen hervorgeht
den Widerstand, w
Mauern bei derartigen
gen zu leisten haben,
überschätzt.

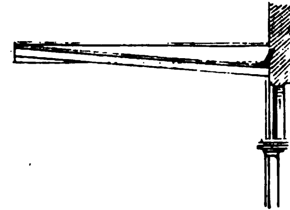
Sehr leicht cons
artige Ueberdachung
sich auf den Oberit
Bahnen, z. B. in V
Peschiera bei 5m,6 bis
Ausladung, wie in Fi
zirt ist. Die Consolen
aus Flacheisen von etwa 45,8mm Breite und 9 bis 10mm Stärke, welche an
kreuzungsstellen im rechten Winkel gebogen und vernietet oberhalb mit d

[22]) Tellkampf, Ueber freihängende eiserne Perrondächer. Organ f. d. F
1870, p. 13.

liegenden Sparren von etwa 78^{mm} und 53^{mm} Stärke fest verbunden sind. Zur Vermittelung des Anschlusses an die Gebäudemauern sind unterhalb dieser Consolen leichte schmiedeeiserne Verzierungen angebracht.

Mit Rücksicht auf die Ableitung des Wassers ist die französische Anordnung der freitragenden Dächer zweckmässig, bei welcher die Dachfläche nach der Gebäudemauer hin abfällt und dieser entlang die Rinne angelegt wird, wie Fig. 20 zeigt.

Fig. 20.



In weiterer Ausbildung würde diese Anordnung zu der in Fig. 9, Tafel XLVIII projectirten Construction führen, wobei man die freitragenden Gitterconsolen über die Dachflächen legt und letztere an dieselben unten anhängt. Man kann dabei die Bedachung verhältnissmässig niedrig legen und dadurch den Perron besser schützen und die anliegenden Räume durch Fenster oberhalb des Daches erleuchten, endlich die Ableitung des Wassers sehr erleichtern.

Inzwischen ist diese Anordnung in grösserem Maassstabe bei den Güterschuppen des Bahnhofes der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn zu Berlin, siehe Fig. 36 und 37, p. 766, zur Ausführung gekommen. Immerhin darf sie als zweckmässig empfohlen werden, wenn zur Befestigung der Consolen genügend starke Widerlagsmauern vorhanden sind. Die Befestigung erfolgt bei *b* (siehe Tafel XLVIII, Fig. 9) durch Verankerung gegen Zug, bei *a* durch Stützen und gegen seitliche Verschiebung. An dem Punkte *b* hat die Mauer in der Richtung des Pfeiles Widerstand zu leisten und muss deshalb oberhalb desselben noch entsprechend belastet oder hinterwärts durch Balkenlagen etc. anderweit verstärkt sein. Gewöhnlich ist genügende Belastung durch Mehrhöhe der Mauern des Gebäudes vorhanden, indem die Wartesäle meistens höher sind, als der Punkt *b* der Perronbedachung liegt und andere Theile des Gebäudes zwei Geschosse erhalten.

III. Personenhallen.

§ 25. Allgemeines. — Bei starkem und regelmässigem Personenverkehre ist es vorzuziehen, wo die Geldmittel vorhanden sind, statt der Perronbedachungen geschlossene Personenhallen in Verbindung mit dem Empfangsgebäude zur Ausführung zu bringen, unter denen die Reisenden zu allen Jahreszeiten geschützt vor Regen und Wind ein- und aussteigen können. Im § 75 der technischen Vereinbarungen heisst es: »**Für die An- und Abfahrt der Personenzüge sind auf den grossen Bahnhöfen Hallen besonders zu empfehlen; demnächst sind bedeckte Perrons als angemessen zu bezeichnen.**« Bei neuen Bahnhofsbauten hat man, von der Nützlichkeit und Annehmlichkeit der Hallen überzeugt, einen grösseren Werth auf die Anlage derselben gelegt und so sind Werke entstanden, welche an Grossartigkeit der Construction mit den bedeutendsten Brückenbauten sich messen können. Bei beiden ist die Rücksicht auf rationelle Construction und möglichst günstige Materialverwendung zu nehmen, bei der Construction der Hallendächer jedoch ausserdem noch in erster Linie auf die Schönheit der Construction und die harmonische Verbindung derselben mit den damit zusammenhängenden Gebäuden; denn nicht unbedingt ist eine Construction deshalb schön, weil sie zweckmässig und nach statischen Grundsätzen richtig ist, wenngleich umgekehrt eine in allen Theilen wirklich schöne Construction immer zweckmässig und mathematisch richtig sein wird.

Die Hallen der Kopfstationen sind gewöhnlich an drei Seiten von Baulichkeiten eingeschlossen, finden deshalb in diesen Widerlager und architectonischen Abschluss. Die Hallen der Zwischenstationen, welche gewöhnlich an der einen Langseite von den Empfangsgebäuden begrenzt sind, erhalten auf der gegenüberliegenden Langseite freistehende Langmauern oder Säulen, auf welchen die Dachconstructionen ruhen. Bei Erhellung der bedeckten Personenhallen durch Tageslicht berücksichtige man, dass die Glaseindeckung in der Mitte der Dachfläche am meisten die Mitte der Halle beleuchtet und dass also, wenn nur Seitenperrons in derselben liegen, diese und die daneben liegenden Wartesäle, Bureaus etc. dunkel bleiben. Zweckmässig ist deshalb in diesem Falle, die Verglasung der Dachfläche seitlich am Gebäude anzuordnen, wie es bei der grossen Halle der Great-Northern-Bahn Fig. 4, Tafel XLVII geschehen ist. Bei der Eindeckung der Hallen mit Glas haben sich grosse Tafeln von Rohglas nicht bewährt, weil sie leicht brechen. Mit den Brüchen entstehen Undichtigkeiten und nicht selten sind durch Herabfallen grosser Glasstücke Menschen gefährdet worden. Es wird deshalb vorzuziehen sein, die Verglasung in schmalen Streifen mit kleineren Scheiben Doppelglas, welche sich überdecken, wie bei Gewächshäusern üblich, auszuführen. Die Neigung der Eindeckung darf nicht flacher gewählt werden, als sie bei Schieferdeckung üblich ist. Der Fussboden der Hallen soll, um Staub möglichst fern zu halten, befestigt sein, entweder durch Steinpflasterung, Plattenbelag, Klotzpflasterung oder Asphaltirung.

§ 26. **Die ältesten Hallendächer** bestehen aus Holzconstructionen, welche freitragend nach dem Sprengwerkssystem (hannoversche Personenhallen) oder durch Holzsäulen unterstützt sind, wie bei den älteren Bahnhöfen zu Leipzig, auf badischen und bayerischen Bahnen etc. Die Halle zu Arras ist in einfachster Weise von Holz construirt und besteht aus einem grossen Satteldache auf zwei Reihen Säulen; in derselben liegen 4 Gleise und 3 Perrons und der Dachüberstand an der einen Langseite dient als Perronbedachung.

Englische Hallen wurden in grossen Spannweiten mittelst hölzerner Bohlenbögen nach der Construction von Philibert de l'Orme ausgeführt und fanden auf dem Continente, z. B. bei der Halle der Bayerischen Staatsbahn in München, in architectonischer Ausbildung Nachahmung. Von dem Binder einer grossen Halle der Baltimorer Bahn zu Philadelphia von $47^{m},75$ lichter Weite und $3^{m},66$ Binderweiten zeigt Fig. 9, Tafel XLVII eine Skizze. Die Binder haben $0^{m},80$ Höhe und bestehen aus zwei Holzbögen, welche nach dem Howe'schen Systeme in Gitterwerk sorgfältig zusammengesetzt durch Schraubenbolzen verbunden sind; zwei Zugstangen $a\,b$ von $0^{m},02$ Durchmesser nehmen den Schub der Binder auf und sind in ihrer Länge durch fünf Hängestangen von geringem Querschnitte unterstützt. Dieses Dach ist mit Eisenblechplatten eingedeckt und hat 14.5 Mk. pro $\square^{m}$ Oberfläche gekostet. Demnächst treten die gemischten Constructionssysteme auf, wobei durch Eisenconstructionen armirte Binder von Holz zur Anwendung kommen. Namentlich findet dabei das Polonceau'sche System vielfach Anwendung.

§ 27. **Hallen mit eisernen Säulen in der Mitte.** — Um grosse Spannweiten und sehr flache Dächer zu vermeiden, zerlegt man die zu überdachenden Grundflächen der Länge oder der Quere nach in mehrere Theile und überdacht diese unabhängig voneinander auf eisernen Säulen, welche zwischen den Gleisen oder auf den Perrons aufgestellt werden.

Die Halle des Kölner Centralbahnhofes Fig. 1, Tafel XLVII giebt ein Beispiel der Theilung der Längenrichtung nach. In derselben liegen drei Perrons und sechs

Gleise, an dem siebenten Endgleise dient ein kleiner Theil des Hallendaches als Perrondach, ausserdem besteht das Hallendach aus zwei Hauptdächern, deren Binder nach dem Polonceau'schen Systeme construirt sind, und zwei kleineren Dächern über den beiden mittleren Perrons.

Aehnliche Anordnung zeigt die Halle auf dem Bahnhofe zu Prag. Fig. 21, mit einer anderen Binderconstruction, ferner die Halle des Bahnhofes der Leipzig-Dresdner Bahn zu Leipzig (Fig. 10, Taf. XLVII), welche vier Gleise und zwei Perrons enthält und aus einem Hauptdache in der Mitte und zwei niedriger liegenden Seitendächern über den Perrons besteht. Das Hauptdach ruht auf eisernen Säulen, welche auf den Perrons aufgestellt sind. Auch die Halle des Bahnhofes der Nordbahn zu Wien, welche in Eisenconstruction nach dem Gitterwerkssysteme ausgeführt ist, zeigt ähnliche Anordnung (siehe Fig. 7 u. 8, Tafel XLVII). Bei derselben überdeckt das Hauptdach fünf Gleise, die Seitendächer je einen der Seitenperrons. Die Breite der Halle beträgt etwa 35ᵐ, die lichte Weite zwischen den auf den Perrons aufgestellten sehr starken gusseisernen Säulen circa 22ᵐ; die Säulen stehen demnach nur 6ᵐ,5 von dem Gebäude entfernt. Die Binderweiten sind verschieden und betragen in der Mitte der Halle etwa 9ᵐ,6. Die ganze Länge derselben beträgt etwa 142ᵐ. Die Halle ist von schöner architectonischer Wirkung und durch die über den Perrondächern angebrachten hochliegenden Seitenlichter, sowie durch Eindeckung der Perrondächer mit Tafeln von Rohglas und des mittleren Theiles der Hauptdachfläche mit gewöhnlichem Glase reichlich erhellt. Zugstangen und sichtbare Verankerungen, welche das Auge des kunstsinnigen Beschauers meistens unangenehm berühren, sind durchaus vermieden. Die Giebelseiten der Halle sind in der in der Skizze angedeuteten Weise abgeschlossen. Die Eisenbahngleise sind durch die Halle hindurchgeführt und beiderseitig fortgesetzt.

Fig. 21.

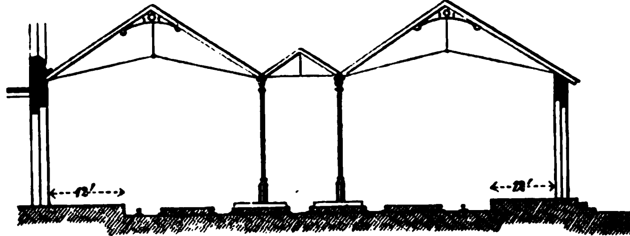
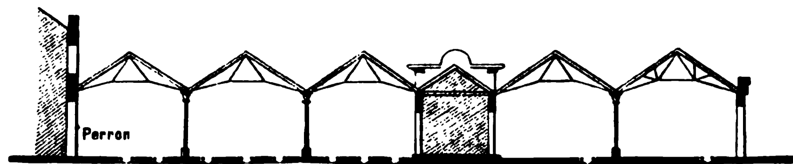


Fig. 22.



Die Halle zu Lille, Fig. 22, über zehn Gleisen und vier Perrons besteht aus sechs nebeneinander parallel liegenden Satteldächern, welche nach dem Polonceau'schen System von Holz und Eisen construirt sind.

Die Theilung des zu überdachenden Raumes der Quere nach, welche bei englischen Hallen wohl zur Ausführung gekommen ist, gewährt den Vortheil, dass die sich bildenden Dachkehlen leichter vom Schnee etc. gereinigt werden können, wenn die eine Langseite der Halle frei liegt und nicht von Gebäuden begrenzt wird. Auch kann bei nicht zu flacher Steigung der einzelnen querliegenden Satteldächer geringere Höhendimension ermöglicht werden. Dagegen ist die perspectivische Wirkung derartiger Hallen nicht so vortheilhaft und grossartig, wie bei der ersteren Anordnung.

§ 28. Freitragende Hallen der Ostbahn zu München und der Main-Neckarbahn zu Darmstadt. — Da indess Säulen in Hallen mehr oder weniger hinderlich sind für den Verkehr oder Eisenbahnbetrieb, so hat man auf grösseren Stationen dieselben neuerdings meistens verbannt und sich bemüht, Constructionen zu erfinden, welche Zwischenstützen entbehrlich machen.

Bei nicht zu grossen Spannweiten bringt man auch hier vortheilhaft das Polonceau'sche System zur Anwendung und stellt zur Kostenersparung alle die Constructionstheile von Holz her, welche nicht unbedingt von Eisen hergestellt werden müssen. Fig. 6, Tafel XLVII giebt die Skizze der Halle der Ostbahn in München, welche in dieser Weise ausgeführt ist. Dieselbe hat etwa 20^{m} Weite im Lichten, enthält zwei Seitenperrons von etwa 4^{m} Breite und vier Bahngleise. Innerhalb je zwei Binderfeldern von etwa 4^{m} Weite sind fünf Sparrenfelder angeordnet.

Bei grösseren Lichtweiten und wenn man ein möglichst leichtes Ansehen gewinnen will, dabei die Mehrkosten nicht zu scheuen hat, verbannt man immer mehr das Holz und bringt ausschliesslich Eisen zur Verwendung. Ein hübsches Beispiel einer kleineren Halle, bei welcher die Dachbinder lediglich von gewalztem und geschmiedetem Eisen hergestellt sind, zeigt die Halle der Main-Neckar-Eisenbahn zu Darmstadt (siehe Organ f. d. F. d. E. W. 1866, p. 55). Die Binder dieser Hallen liegen $4^{m},05$ bis 5^{m} von einander entfernt, die Dachflächen sind vollständig mit Rohglasplatten eingedeckt, welche die Sonnenstrahlen nicht durchlassen. Die Baukosten haben betragen pro Quadratmeter überdachte Grundfläche 47 Mk.

§ 29. Bahnhofshallen zu Antwerpen und zu Lüttich und Magdeburg. — Fig. 4, Tafel XLVIII, die Bahnhofshalle zu Antwerpen[23]), ist als Repräsentant eines Constructionsprincips aufzustellen, welches nicht nur in Belgien, sondern auch in Frankreich und England häufig zur Anwendung gekommen ist. Die über zwei Perrons und drei Bahngleise $20^{m},3$ weit freitragende Construction besteht aus gekrümmten Bindern von Eisenblech mit Winkeleisen, die durch Längsträger verbunden sind und deren Schub von Zugstangen aufgenommen wird. Die Zugstangen sind an den Bögen mittelst Hängestangen aufgehängt, so dass ein Dreiecksverband nirgend stattfindet, also die Bögen bei ungleichmässiger Belastung lediglich auf eigene Biegungsfestigkeit angewiesen sind. Die Halle in Antwerpen hat $107^{m},8$ Länge, auf jede Säulenweite kommen zwei Binder, der eine auf die Säule selbst, der andere auf die Mitte jeder der gusseisernen bogenförmigen Längsträger, welche von Säule zu Säule freitragen. Zwischen je zwei Bindern liegt ein Leergespärre von 180^{mm} hohem gewalztem Eisen, während die Binder aus $0^{m},29$ hohem, $6,5^{mm}$ starkem Blech mit zwei Winkeleisen zusammengesetzt sind. Der mittlere Theil des Daches, aus querliegenden Satteldächern bestehend, ist mit Glas, die übrigen Theile der Dachfläche sind mit Zinkblech auf Bretterschalung eingedeckt.

In ähnlicher Weise ist die neuere Halle zu Lüttich ausgeführt; Fig. 2, Tafel XLVII giebt eine Skizze vom Querschnitt und Fig. 3 vom Längendurchschnitt. Diese Halle hat etwa 32^{m} lichte Weite. Die Binder haben etwa 12^{m} Abstand von einander. Die Giebelseiten sind in der in der Skizze Fig. 2 angedeuteten Weise durch eine Glaswand geschlossen. Der mittlere Theil der Dachfläche ist ebenfalls mit Glas eingedeckt und, um genügende Dachneigung daselbst zu erhalten, die Bogenform der Binder daselbst verlassen und oberhalb derselben ein satteldachförmiger Aufbau

---

[23]) Köpke, Zeitschr. d. Arch.- und Ingen.-Ver. f. d. Königreich Hannover, Band XX. p. 242.

construirt. Dieselbe Construction zeigt die neue Halle des Bahnhofes der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn zu Berlin, Fig. 23. Dieselbe hat rund 36^m lichte Weite. Es sind in dieselbe 5 Gleise eingeführt, 2 für abfahrende Züge, 3 für ankommende. Die beiden äusseren Perrons haben je 5^m,96 Breite, der mitttere 6^m,28, die Schienengleise haben einen Abstand von 3^m,77 von einander.[24]) Am Kopfende der Gleise der Ankunftsseite befindet sich eine Schiebebühne mit hydraulischem Betrieb. In gleicher Weise ist auch die Halle der Paddington-Station der Great-Western-Bahn in London construirt. Die grossartige Halle der Pancras-Station der Midland-Bahn in London hat 72^m Spannweite, im Scheitel 30^m Höhe. Das Dach ist freitragend mit bogenförmigen Rippen ausgeführt, welche sich ohne Vermittelung von Säulen unmittelbar auf die Perrons aufsetzen und oben in einer flachen Spitze zusammentreffen, so dass das Dach im Querschnitt die Form eines gedrückten (englischen) Spitzbogens zeigt. Die Länge dieser Halle beträgt 225^m. In derselben liegen zwölf Gleise, fünf Perrons und eine Fahrstrasse von 7^m,5 Breite. Den Zugang bilden Ein- und Ausfahrten, sowie besondere Zugangswege für Fussgänger.[25])

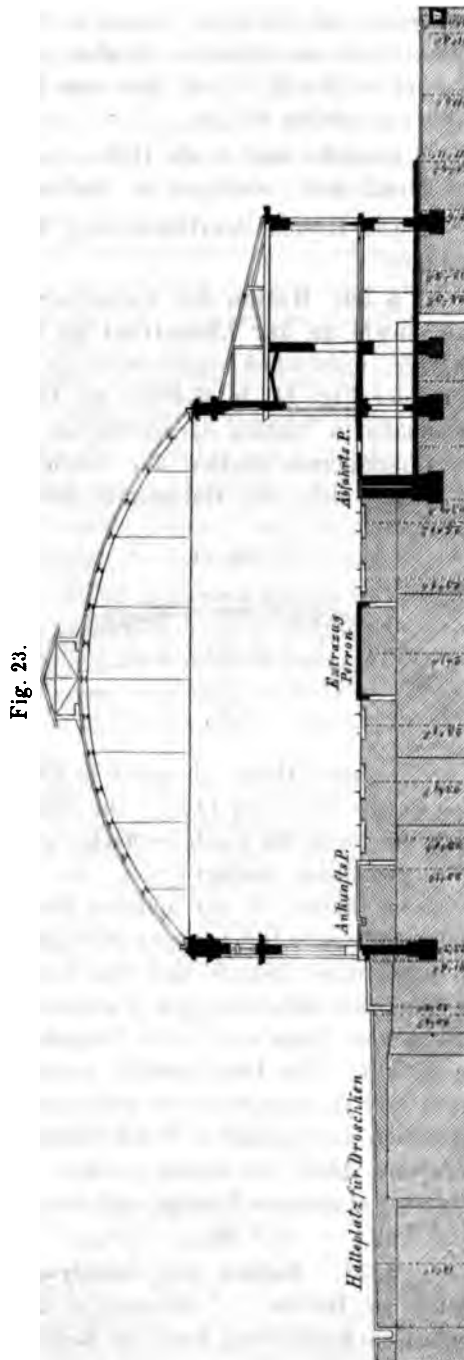


Fig. 23.

Die grösste Personenhalle in London ist die der Endstation der Midland-Bahn (Pancras-Station). Die eiserne Ueberdachung, welche an beiden Mauern direct vom Boden ausgeht, hat ohne Zwischenunterstützung, bei 100′ Höhe, eine Spannung von 243′ engl. (74^m.11). Die Halle ist 700′ (213^m,5) lang, enthält elf Gleise, vier Personenperrons und einen breiten Fahrweg für das öffentliche Fuhrwerk. Von den 25 Hauptbogenrippen soll jede 50000 Kilogr. wiegen.

Die Gesammtkosten der Halle ausschliesslich der Abschlusswände stellten sich auf 362,000 Thlr. oder circa 69 Mk. pro □^{m}.[26])

Die Perronhallen auf dem Centralbahnhofe Magdeburg[27]). Von den zwischen zwei Gebäuden liegenden sechs Gleisen sind die beiden mittelsten, welche nur für den

[24]) Erbkam'sche, Bauzeitung, Jahrgang 1877, p. 22.
[25]) Siehe auch Hartwich, Aphorist. Bemerkungen p. 27.
[26]) Deutsche Bauzeitung, Jahrgang VIII. No. 91.
[27]) Siehe Musterconstructionen f. Eisenb.-Bau von Heusinger v. Waldegg. 1. Bd. 1. Lfg.

Güterverkehr bestimmt sind, ohne Ueberdachung hergestellt, dagegen die übrigen vier lediglich für den Personenverkehr bestimmten Gleise, sowie die zwei Haupt- und zwei Mittelperrons mittels tonnenförmiger Hallen, die sich an die Hauptgebäude anschliessen, auf eisernen, zwischen den mittleren Personen- und den durchgehenden Gütergleisen angeordneten Säulen ruhen, überdeckt. Jede der beiden Hallen hat 17 Binderweiten à 7m,532, also eine Länge von 128m,05, ihre Tiefe beträgt bis zu der Mitte der Säulen 21m,92.

Gedeckt sind beide Hallen an den Seiten und Enden mit galvanisch verzinktem Metallblech, während in den mittleren Feldern ein Glasdach aufgesetzt ist.

Die Kosten der Herstellung haben pro □m überbaute Fläche 6 Mark 44 Pf betragen.

§ 30. Hallen der Victoria-Station und der Charingcross-Station zu London, sowie an der Limestreet zu Liverpool. — Grössere Stabilität gegen äussere Angriffe, namentlich ungleichmässige Belastung gewähren die Constructionen in nachstehender Fig. 24, in welcher ein Binder der Halle der Victoria-Station der Chatam-Eisenbahn in London dargestellt ist, und nachstehende Fig. 25 desgleichen der Halle der Charingcross-Station der South-Eastern-Bahn in London[28], und Fig. 5, Tafel XLVIII, welche den Querschnitt der Halle an der Limestreet zu Liverpool zeigt.[29]

Fig. 24.

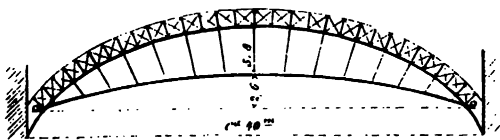
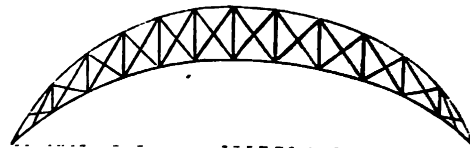


Fig. 25.



Letztere Halle, ebenfalls in Eisen ausgeführt, hat eine lichte Weite von 46m,6, eine Länge von circa 114m. Die Hauptträger, welche als Bindersparren dienen, sind nach der Form der Dachoberfläche segmentartig gekrümmt; ihr Abstand von Mitte zu Mitte gemessen, beträgt 6m,55. Sie ruhen an der einen Langseite der Halle auf gusseisernen Säulen, an der anderen theils auf der Mauer des Bahnhofs-Hauptgebäudes, theils auf einem 18m,4 langen Röhrenbalken von Eisenblech, womit der Zwischenraum zwischen dem Viaducte und dem Hauptgebäude überdeckt ist. Die Trägerconstruction ist die eines sichelförmigen Fachwerkträgers. Der Längenverband ist durch Längsbalken von Eisen und durch Diagonalverbindungen zwischen den Stützen der Träger hergestellt. Das Deckmaterial besteht aus galvanisch verzinktem, gewelltem Eisenblech und starkem Glas an denjenigen Stellen, an welchen Oberlicht nöthig erschien. Bezüglich der speciellen Beschreibung der Construction muss hier auf die oben angegebene Quelle verwiesen werden. Die Gesammtkosten des Hallendaches mit Einschluss der eisernen Säulen und des Röhrenbalkens haben betragen pro Quadratmeter 16,1 Thlr. = 48,3 Mk.

§ 31. Hallen der Niederschles.-Märk. Bahn und der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin. — Sichelträger-Construction zeigt auch die Halle der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zu Berlin, Fig. 5, Tafel XLVII.[30]

[28]) Organ für Eisenbahnwesen, Jahrgang 1867, p. 67.

[29]) Notizblatt d. Arch.- und Ing.-Ver. für das Königr. Hannover, Bd. 3 (1853), p. 192.

[30]) Deutsche Bauzeitung, 3. Jahrgang (1869), No. 40.

Dieselbe hat eine Breite von 37m,66, eine Länge von 206m und 15m,8 Höhe bis zum Auflager der eisernen Sichelträger, welche das Dach unterstützen. An der Stadtseite ist die Halle durch eine Frontmauer mit Fenstern geschlossen, wie die Skizze zeigt, an der entgegengesetzten Seite ist sie ganz offen und nur die Perrons sollen noch einen Abschluss daselbst erhalten. Sie erhält ihr Licht sowohl durch den mit Glas gedeckten mittleren Theil des Daches, als auch durch eine Reihe kleiner Fenster, die als Galerie in den Langseiten unterhalb der Dachtraufe angeordnet sind; ferner, soweit nicht die Wartesäle oder Vorbauten sich an die Mauer anlehnen, durch eine tiefer liegende Reihe grösserer seitlicher Fenster. Das Gewicht des Eisens der Dachconstruction beträgt pro Quadratmeter überdachte Fläche rund 62 Kilogr. und kostete 26,4 Mk. Die Kosten des Hallendaches pro Quadratmeter überdachte Grundfläche haben rund $13^1/_2$ Thlr. = 40,5 Mk. betragen. Für die statische Berechnung ist die Last wie folgt angenommen: Gewicht des Eisens pro Quadratmeter 60 Kilogr., Winddruck 30 Kilogr., Schneelast 70 Kilogr., Glas und Zink 20 Kilogr., im Ganzen 180 Kilogr. Specielleres über Construction und Aufstellung des Hallendaches siehe auch No. 51 und 52 der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1868.

Die Construction sichelförmiger Träger findet sich auch bei der Halle des Bahnhofes der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin vom Baumeister Orth.[31])

Diese Halle überdeckt fünf Gleise und zwei Seitenperrons, hat eine Länge von 145m,7 und eine Weite von 36m,6. Die Binder liegen 3m,45 weit von einander entfernt und sind als sichelförmige Träger construirt, deren obere und untere Gurtungen, welche im Scheitel ebenfalls 3m,45 von einander abstehen, durch Diagonalen nach dem einfachen Dreieckssystem mit einander verbunden sind. Der Längenverband ist durch die auf den Bindern liegenden hölzernen Pfetten hergestellt, welche mit wechselnden Stössen auf der oberen Gurtung befestigt sind. Die Auflager der Binder sind auf einer Seite durch Anker mit dem Mauerwerke fest verbunden, auf der anderen Seite liegen sie auf Rollenschuhen. Als Deckungsmaterial ist Wellenzink ohne Schalung verwandt. In der Mitte befindet sich ein durchlaufendes Oberlicht von 7m,53 Breite, welches höher liegt, als die übrigen Dachflächen, so dass zwischen beiden eine Oeffnung gebildet ist, welche dem Rauche der Maschine hinreichenden Abzug gewährt. An beiden Seiten ist ausserdem über den 7m,50 breiten Perrons je ein Oberlichtstreifen von 1m,56 Breite angeordnet. Bei der statischen Rechnung der Hallenconstruction wurde angenommen:

für Eigengewicht der Construction	55,55	Kilogr.
- Schneebelastung	43,25	-
- Winddruck	24,40	-
im Ganzen	123,20	Kilogr.

pro Quadratmeter Dachfläche.

Die Kosten des Hallendaches sollen 45000 Thlr. oder pro Quadratmeter der überdachten Grundfläche etwa 9 Thlr. = 27 Mk. betragen haben.

§ 32. Halle der Preuss. Ostbahn zu Berlin. — Ein anderes Constructionssystem zeigt die Halle der Ostbahn zu Berlin. Dieselbe hat 190m Länge, 37m,2 Breite und 18m,9 Höhe. Die Binder bestehen aus sogenannten Charnierträgern nach Schwedler's Construction, welche parabolisch geformt, im Scheitel und am Fusse

[31]) Wochenblatt des Architectenvereins zu Berlin, 1867, p. 434.

um Charniere drehbar sind; nachstehende Fig. 26 zeigt die Form des halben Binders, Fig. 27 einen Längenschnitt und Fig. 28 eine isometrische Perspective in Linien.[32] Durch die Charniere ist der Construction eine freiere Bewegung bei Aus-

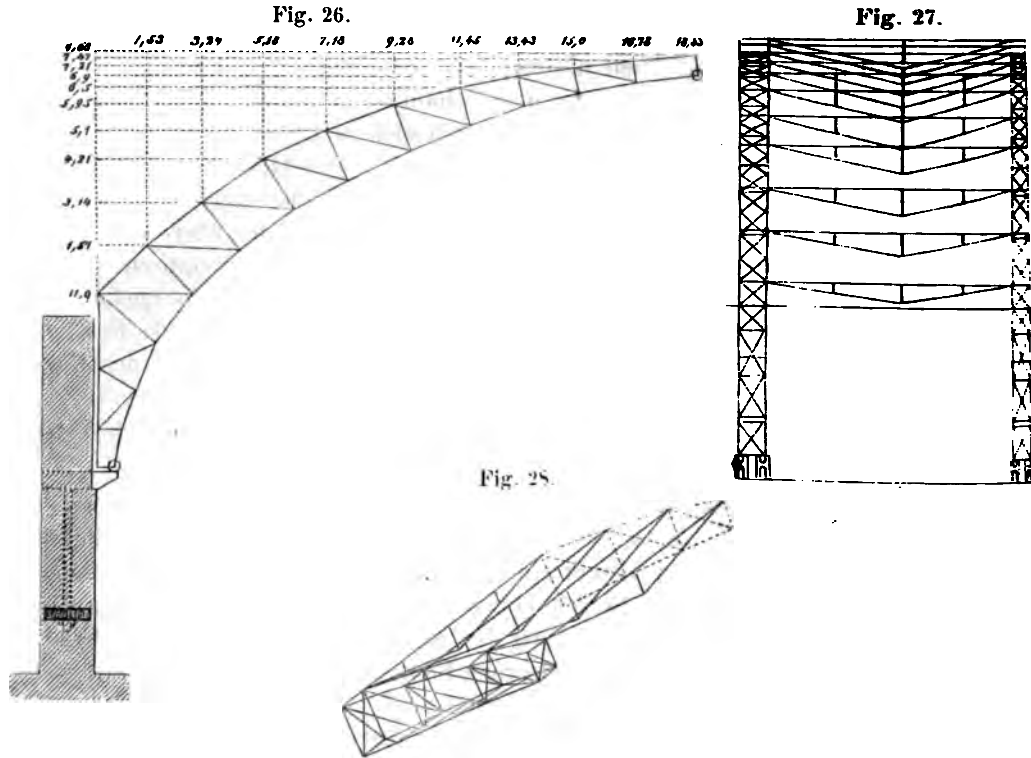


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.

dehnung und Zusammenziehung der Constructionstheile durch Temperaturänderungen ermöglicht.

Jeder Binder besteht aus zwei Theilen, welche miteinander durch Diagonalen fest verbunden sind. Die in der Zeichnung enthaltenen Zahlen geben die Ordinaten und Abscissen für die Form der oberen Gurtung der Binder an. Die Binder ruhen auf eingemauerten oder verankerten Consolen. Die Dachflächen sind an den Seiten mit Glas, in der Mitte mit Eisenblech eingedeckt.

§ 33. Die neuen Hallen auf dem Bahnhofe zu Stuttgart, Fig. 1, Tafel XLVIII, haben eine lichte Weite von 28m,91. Die Binder sind von Eisen, in den Haupttheilen in einer Sichelform mit Dreieckverbindungen hergestellt und unterhalb der unteren Hauptgurtung noch durch seitliche Verstrebungen verstärkt.

Obwohl Zugstangen vermieden sind, so ist diese Construction nicht von architectonisch so ruhiger und grossartiger Wirkung wie die vorhergegangene. Die in der Skizze eingeschriebenen Maasse beziehen sich auf die Stärke der einzelnen Constructionstheile und sind mit Ausnahme der Hauptmaasse in Württembergischen Zollen angegeben.

Durch Eindeckung der mittleren Hälfte des Daches mit Glas, welches in gewöhnlicher Qualität verwandt ist, hat die Halle eine sehr genügende, dem Auge

[32]) Haarmann's Zeitschrift für Bauhandwerker, Jahrgang 1868, p. 141.

angenehme Beleuchtung erhalten. In derselben liegen zwei Seitenperrons und vier Gleise.

§ 34. Halle der französ. Nordbahn zu Paris. — Zum Schluss theilen wir noch in den Fig. 2 und Fig. 3, Tafel XLVIII die Profile der Hallen der Orleansbahn und Nordbahn zu Paris mit, welche beide in den letzten Jahren ausgeführt, und überraschend sind mehr durch die bedeutenden Dimensionen, als durch die angewandten Constructionssysteme. Die Letztere hat eine Länge von 180^m, eine lichte Weite von rund 72^m. Zwei Reihen Säulen von $23^m,86$ Höhe, etwa $0^m,54$ Durchmesser und 2^{cm} Wandstärke theilen die Halle in drei Theile, von welcher der mittlere eine Lichtweite von $35^m,34$ hat. Die Dachconstruction (Fig. 3) besteht aus 17 Bindern, welche aus Blech und Walzeisen in einfacher Doppelt-T-Form hergestellt und in Abständen von 10^m voneinander aufgestellt sind. (Fig. 29 und 31.)

Fig. 29.

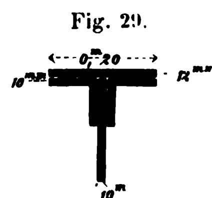


Fig. 30.

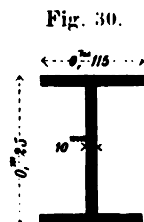
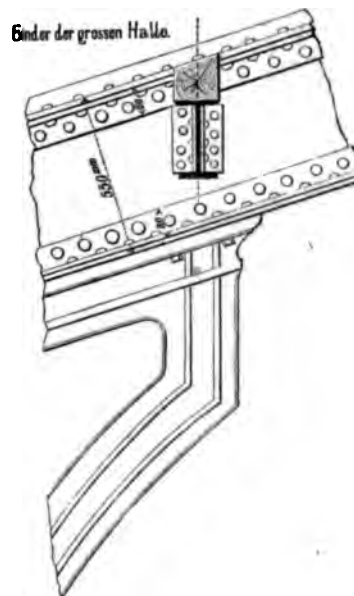


Fig. 31.



Die Stärke der oberen und unteren Flacheisen beträgt $0^m,20$ und 12^{mm}, die der anliegenden Winkeleisen 10^{mm} (die Schenkelbreite ergiebt sich aus der Breite der Flacheisen), die Stärke des Blechs beträgt 10^{mm}. Die in 3^m Abstand voneinander an den Bindern befestigten Längsträger bestehen aus Walzeisen der vorstehenden Form und Stärke. (Fig. 30.)

Die Stirnwand der Halle, welche in der Zeichnung (Fig. 3, Tafel XLVIII) mitgezeichnet ist, liegt zwischen Doppelsäulen und ist mit Glas ausgesetzt. Die Träger derselben sind flachbogenförmig als Blechträger construirt; der mittlere derselben hat eine Breite von $0^m,34$, die beiden seitlichen von $0^m,30$.

Der Construction der Hauptbinder und sonstigen Theile des Hallendaches liegt eine Rechnung zum Grunde, die auf folgenden Zahlenannahmen basirt:

das Eigengewicht des Hallendaches beträgt pro Quadratmeter	37	Kilogr.
die zufällige Belastung	38	-
zur Sicherheit	5	-
Gesammtlast pro Quadratmeter	80	Kilogr.

Die Probebelastung wurde mit dem $1^1/_2$fachen dieses Gewichts vorgenommen. In der Halle liegen 10 Gleise, 2 Seitenperrons und zwei Mittelperrons, welche Letztere wesentlich für den Stadtgebietverkehr dienen.

§ 35. Die Personenhalle auf dem Bahnhofe der Orleansbahn in Paris, Fig. 2, Tafel XLVIII, hat eine Länge von 280^m und eine freie lichte Weite von 52m. Am Ende neben dieser Halle liegen die beiden Hallen für den Eilgutverkehr von 2? lichter Weite und 98^m,6 Länge. Die Höhe der grossen Halle beträgt an der Traufe $10^3/_4{}^m$, im Scheitel $21^3/_4{}^m$, die Entfernung der Binder 10^m. Die Construction der Binder wurde mit besonderer Rücksicht auf die Architectur des Gebäudes nach dem Polonceau'schen Systeme in der in Fig. 32 und 33 ersichtlichen Weise hergestellt.

Fig. 32.

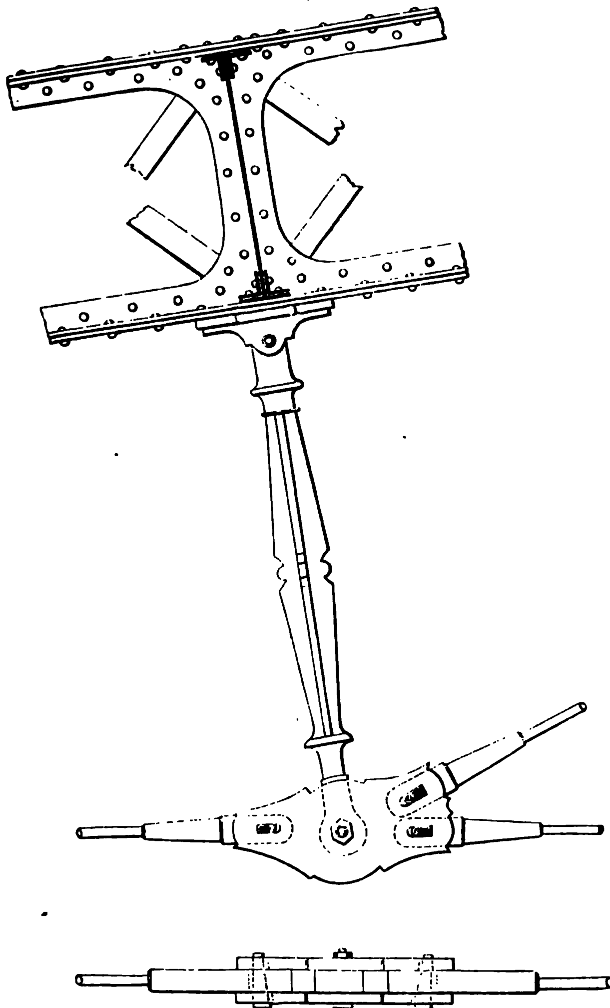
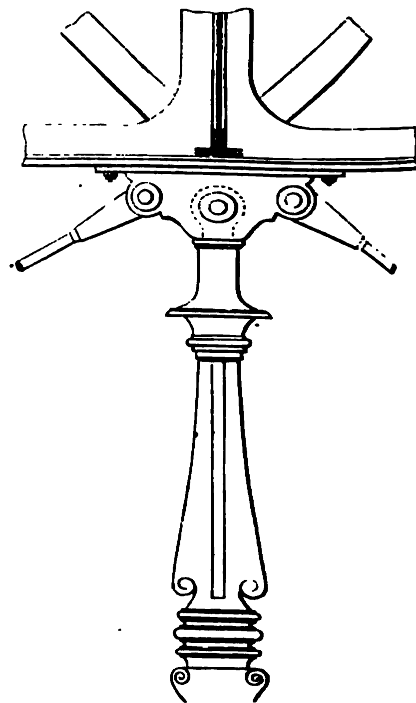


Fig. 33.



Bogenförmige Constructionen hatte man ausgeschlossen, weil sie zu dem Style des Gebäudes, welches der der modernen Pariser Renaissance ist, nicht für passend gehalten wurden.

Das Gewicht des Schmiedeeisens eines Binders der gewählten Construction beträgt 22,000 Kilogr. oder pro Quadratmeter überdachte Fläche 52 Kilogr., und das des

Gusseisens pro Quadratmeter überdachter Fläche 4,5 Kilogr. Das Gewicht des Schmiedeeisens der ganzen Construction einschliesslich der Längsträger, Zugstangen und Stützen etc. beträgt pro Quadratmeter überdachte Grundfläche 81,5 Kilogr.; das Gewicht der Längsträger, Zugstangen und Stützen von Gusseisen etc. eines Binderfeldes beträgt 5200 Kilogr. und eines Längsträgers 1050 Kilogr. Details der Construction sind p. 762 skizzirt.

Die Dächer der Eilguthallen, welche hier noch erwähnt werden mögen, haben die in Fig. 9 (p. 743) skizzirte Binderconstruction.

Schlussbemerkung. — Bei den Ueberdachungen der Personenhallen sind, wo Schönheitsrücksichten zu nehmen sind, Constructionen aus Eisen denen aus Holz vorzuziehen, Zugstangen und sichtbare Verankerungen, sowie Zwischenstützen thunlichst zu vermeiden; wo Schönheitsrücksichten in den Hintergrund treten, kann man in vielen Fällen mit Holzconstructionen auskommen, andernfalls aber zweckmässig mit Eisen armirte Holzconstructionen, z. B. nach dem Polonceau'schen Systeme, mit Vortheil zur Anwendung bringen.

IV. Güterschuppen.

§ 36. Allgemeines. — Die Güterschuppen grösserer Stationen enthalten ausser dem Lagerraume Bureaus für die Güterexpedition event. das Steuerbureau, Zimmer zum Aufenthalte für Arbeiter, Schreiblocale für die Bodenmeister, welche das Ladegeschäft überwachen, einen Raum zur Lagerung von Materialien, Stroh etc., welche zum Verpacken der Güter nothwendig sind, endlich einen Raum für Geräthschaften, kleine zweirädrige Rollwagen etc.

Nach § 82 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen ist **die zweckmässigste Anordnung für Güterschuppen, namentlich auf Zwischenbahnhöfen, ein Gebäude mit einem Fussboden von 1^{m},120 Höhe über Schienenoberkante, mit Ladethoren und Ladebühnen an beiden langen Seiten und mit über die ganze Wagenbreite vortretenden Dächern. Auf einer Seite liegt das Bahngleis, auf der anderen die Anfahrt.**

In den am meisten angewandten Querprofilen der Güterschuppen findet man an beiden Langseiten Perrons angebracht, welche das Ein- und Ausladen an jedem beliebigen Punkte des Schuppens gestatten und ausserdem die Bewegung der Collis ausserhalb der Halle, wenn das Innere gefüllt ist, ermöglichen lassen, während bei Fehlen der Perrons die Wagen genau vor die Thoröffnungen geschoben werden müssen, um ent- oder beladen zu werden, wobei bei den verschiedenen Längen der Wagen das Ladegleis nicht vollständig ausgenutzt werden kann. Die Perrons werden, wie in Fig. 3, Tafel XLIX gezeichnet, durch Holzstreben von einem Mauervorsprunge aus oder durch vortretende Mauerkörper oder auch durch einzelne freistehende Mauerpfeiler unterstützt, und endigen mit Steintreppen, deren Stufen zweckmässig freitragend mit einem Ende eingemauert werden.

Wenn bei bedeutendem Güterverkehr der Uebersichtlichkeit wegen für die ankommenden und abzusendenden Güter getrennte Schuppen angelegt werden, so empfiehlt es sich, den Perron, an dem die Güter ankommen, also bei einem Versandtschuppen den an der Stadtseite liegenden, bei einem Empfangsschuppen den an der Bahnseite liegenden, breiter (etwa 2^{m},5 breit) herzustellen als an der entgegengesetzten Seite, damit das aufgelieferte Gut vor der Lagerung im Schuppen oder der Ueberführung in die für die Abfuhr bestimmten Wagen, übersichtlich zusammengelegt, einer Revision unterzogen werden kann.

Die Perrons liegen mit dem Fussboden des Schuppens in gleicher Höhe und zwar an der Stadtseite nach Maassgabe der Höhe des ortsüblichen Fuhrwerks etwa 1^m über der Pflasterbahn, an der Bahnseite in der Höhe der Soble der Eisenbahnwagen, $1^m,2$ über Schienenoberkante. Die neuen Güterschuppen auf dem Bahnhofe der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn zu Berlin haben auf der Landseite Vorperrons von $0^m,942$ Breite und $0^m,785$ Höhe, an der Bahnseite von $1^m,883$ Breite und $1^m,0$ Höhe über Schienenoberkante. Das Dach des Güterschuppens tritt zweckmässig um $3^m,76$ bis 4^m vor der Mauerfläche vor.

§ 37. Güterschuppen mit innerem Ladegleis. — Bei einigen älteren Schuppen liegt das Ladegleis und die Fahrstrasse oder das Ladegleis allein innerhalb der das Dach tragenden Langmauern. Bei dieser Construction ist es möglich, das Ladegeschäft zu unterbrechen und zum Schutze vor Diebstahl den ganzen Schuppen mit den Wagen abzuschliessen. Siehe Fig. 1 und 2, Tafel XLIX.

Auch dient die Anordnung, Fig. 1, wohl dazu, Güter von einem Eisenbahnwagen in einen andern überzuladen, wobei dann an der Stelle der Fahrstrasse ein zweites Eisenbahngleis angelegt wird.

Die Breite der Schuppen variirt zwischen $11^m,3$ und $15^m,69$, letzteres Maass findet sich für grössere Schuppen häufig angewandt.

Die Höhe der Schuppen, sowie der Abstand der einzelnen Bautheile vom nächsten Bahngleise bestimmt sich lediglich nach dem vom Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen festgestellten Normalprofile des lichten Raumes für die Bahnhöfe. Auch die Perrons dürfen nicht über dies Profil vortreten, obwohl zwischen denselben und den Eisenbahnwagen ein verhältnissmässig grosser Zwischenraum verbleibt, welcher beim Ein- oder Ausladen überbrückt werden muss.

§ 38. Construction mit Pfettendach. — Das Profil des Schuppens bestimmt sich ferner durch das zu wählende Dachdeckungsmaterial, indem für Schieferdeckung keine geringere Dachneigung als $1/6$, bei Dachziegeln keine geringere als $1/3$ und bei Dachpappe keine grössere als $1/9$ der Breite des Daches zur Höhe desselben angenommen werden sollte; Letzteres erfahrungsmässig deshalb, damit der Theer, welcher zur Unterhaltung der Pappdächer alle zwei bis drei Jahre aufgebracht werden muss, nicht von denselben abfliesst.

Um die Höhe und die sonstigen Constructionstheile des Daches so gering wie möglich zu bemessen und die Baukosten auf ein Minimum bringen zu können, empfiehlt es sich, für die Güterschuppen Pappbedachung und die Construction des sogenannten Pfettendaches zur Anwendung zu bringen, wie dies in Fig. 3, Tafel XLIX gezeichnet ist, welche ein Project für den Bahnhof der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau darstellt. Bei der Construction der Pfettendächer liegen die Dachverschalungsdielen in der Richtung, welche das Regenwasser auf dem Dache beim Abfliessen nimmt, und behindern auch dann den Abfluss nicht, wenn, was unvermeidlich ist, dieselben in Folge der Witterung sich werfen und höhlen.

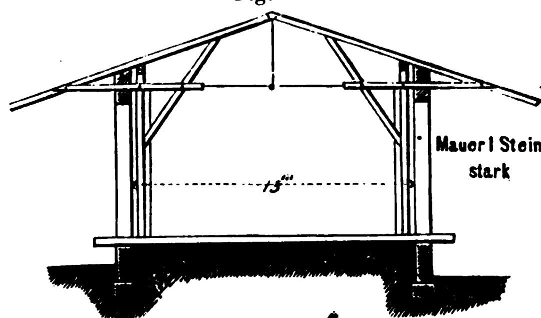
§ 39. Der älteren Construction der freitragenden Dächer, wie sie der Güterschuppen Fig. 5, Tafel XLIX[33]) und der Sächsischen westlichen Staatsbahn auf dem Bahnhofe Leipzig, Fig. 4, Tafel XLIX, zeigt, hat man neuerdings meistens die directe Unterstützung des Daches durch Säulen in der Mitte des Schuppens der grös-

33) Güterschuppen der Schweiz. Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploit. de chem. de fer, Band 2, p. 367.

seren Stabilität und Billigkeit wegen vorgezogen; auch bieten die Säulen erfahrungsmässig keine Hindernisse, sondern bilden erwünschte Abtheilungen für die Lagerung der Güter und geben Gelegenheit zu schriftlichen Notizen, zu welchem Zwecke bei den Güterschuppen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn die unteren Theile der daselbst $0^m,23$ starken Holzständer mit schwarzer Oelfarbe angestrichen sind.

Für die Umfassungsmauern auch der Schuppen von der grösseren Lichtweite genügt eine Stärke von einem und einem halben Backstein des grösseren Formats, also von $0^m,44$. Die Güterschuppen der Bayerischen Staatsbahn erhalten sogar nur etwa $0^m,3$ Stärke bei einer Lichtweite von 15^m (siehe Fig. 34), dabei Eindeckung des Daches mit Schiefer. Zum Tragen des Daches werden indess Wandständer aufgestellt und das Dachwerk wird gerichtet, bevor die Umfassungsmauern aufgemauert werden. Diese Construction empfiehlt sich ausser durch grosse Billigkeit noch dadurch, dass derartige Schuppen mit geringem Verluste von Material leicht auf eine andere Stelle versetzt werden können.

Fig. 34.

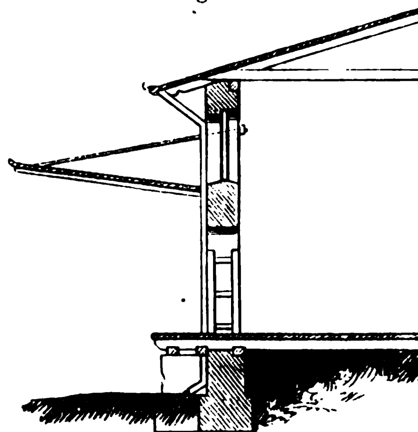


Die Länge der Schuppen berechnet sich nach der angenommenen Binderweite, welche für gewöhnliche Holzstärken zweckmässig auf $4^m,7$ angenommen wird.

Die Bureaulocale werden gewöhnlich an einem Giebel des Schuppens n geringerer Breite und Höhe angebaut, während die zweite Giebelseite demnächstigen Erweiterungen offen gehalten werden muss.

§ 40. Die neuen Güterschuppen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn erhalten in den Umfassungswänden keine Fenster, welche unter den überhängenden Dachflächen doch nur wenig Licht geben, und ausserdem die Lagerung im Innern des Schuppens mehr oder weniger behindern. Statt dessen legt man in die Dachfläche Tafeln Rohglas ein, wie dies auch in Fig. 3, Tafel XLIX projectirt ist.

Fig. 35.



Man erspart dadurch auch die andernfalls nothwendige Vergitterung der Fenster und gewinnt eine bedeutend günstigere Beleuchtung des inneren Raumes.

Wie in Fig. 3, Tafel XLIX linksseitig angedeutet ist, müssen die Dachtraufen an der Stadtseite unbedingt mit Dachrinnen versehen werden, zweckmässig auch die Traufen an der Bahnseite. Da hierbei die Ableitung des Regenwassers von den vortretenden Dächern durch schräg nach dem Gebäude hin anzulegende Fallrohre Schwierigkeit macht und an der Bahnseite sogar eine Erhöhung des Schuppens fordert, um das Normaldurchfahrtsprofil frei zu halten, so empfiehlt sich das in Fig. 35 angedeutete Profil zur Ausführung, wobei die Höhe des Schuppens auf ein Minimum eingeschränkt, hochliegendes Seitenlicht, welches unbedingt den Oberlichtern

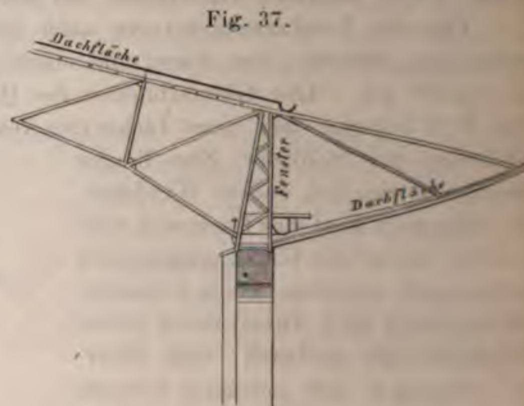
in der Dachfläche vorzuziehen ist, gewonnen und zweckentsprechende Abwässerung der Dachflächen erzielt wird.

In ähnlicher Weise sind die Güterschuppen des neuen Potsdamer Bahnhofs in Berlin zur Ausführung gekommen, siehe Fig. 36 und Fig. 37. Diese Schuppen

Fig. 36.



Fig. 37.



haben 15m,065 l. W., sind vollständig feuersicher unter Vermeidung von Holzwerk im Innern hergestellt, haben 2 Stein starke Mauern zwischen 3 Stein starken Binderpfeilern, eiserne Fensterrahmen, Thorzargen und Thore, eisernen Dachverband und sind mit Wellenblech eingedeckt. Die Vordächer sind nach dem Schuppen zugeneigt und die oberhalb derselben befindlichen 1m,57 hohen Fenster sind mit mattgeschliffenem Glase verglasst. Die Construction der Dachrinnen ist aus Fig. 37 ersichtlich.

Die Anlage von Kellern unter dem Güterlagerraume erscheint nur dann gerechtfertigt, wenn für die Benutzung derselben Aussicht vorhanden ist oder mit der Anlage derselben Mehrkosten nicht verbunden sind. Andernfalls ist es vortheilhaft und ganz unbedenklich bezüglich der Solidität des Holzwerks im Fussboden, den inneren Raum bis zur Perronhöhe mit geeigneten Bodenmassen auszuschütten und auf die Ausschüttung den Fussboden zu legen. Sollen Keller angeordnet werden, so geschieht dies, indem man Pfeiler aufmauert, auf diese Träger legt und dadurch die meistens der Quere nach liegenden Balken unterstützt. Gewölbte Keller werden sehr theuer und deshalb selten zur Ausführung gebracht. Für die statische Berechnung der Stabilität des Lagerraumes dürfte eine Belastung von 20 bis 30 Centner pro □m als nicht zu gross anzunehmen sein.

Der Fussboden des Güterlagerraumes wird, wenn derselbe hohl liegt, aus starken Bohlen gebildet; ist der innere Raum ausgeschüttet, so wendet man häufig ebenfalls Bohlen auf Lagerhölzern, jedoch auch wohl Steinpflaster, künstlichen oder wirklichen Asphalt auf Backstein- oder Béton-Unterlage, Klotzpflaster oder Plattenbelag an. Im Empfangsgüterschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn in Berlin wurden 0m,065 starke und 0m,471 im □ grosse Platten von Mosaiksteinen in Cementmörtel auf einem 0m,157 starken Bétonlager verlegt; später jedoch mit einer dünnen Lage von Asphalt überzogen, weil der so gebildete Fussboden zu rauh befunden wurde und zu viel Staub gebildet hatte.

Schiebethore, welche sich seitlich in Nischen schieben lassen, verdienen den Vorzug vor Klappthoren, weil Letztere zum Oeffnen, sei es nach aussen oder innen, nen freien Raum erfordern, auf dem Güter nicht gelagert werden können. Die Thoressungen erhalten zum Schutze des Mauerwerks Holzgerüste, welche mit dem

Mauerwerke durch eiserne Anker verbunden werden. Eiserne Schiebethore mit Bekleidung von Wellenblech, welche auf dem vorgenannten Bahnhofe zu Berlin ausgeführt sind, siehe Erbk. Zeitschr. f. Bauw. J. 1871, p. 182.

Die Decimalwaagen zum Wiegen der Collis werden bei den neuen Güterschuppen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn im Fussboden der Schuppen so angebracht, dass das Waagebrett nur sehr wenig über den Fussboden vortritt, so dass die zu wägenden Lasten nicht gehoben zu werden brauchen.

Die Beleuchtung der Güterschuppen zur Nachtzeit geschieht in unbedenklicher Weise mit Gas. wo solches zu Gebote steht; im Innern des Schuppens werden meistens offene Flammen, ausserhalb derselben meistens oberhalb der Thore Laternen angebracht.

§ 41. Ladevorrichtungen. — Die Frage:

»Welche Erfahrungen sind über die Wirkungen der Ladevorrichtung auf das Ladegeschäft der Güterbahnhöfe erzielt?«

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

a. Für den gewöhnlichen Verkehr haben die bekannten Ladeperrons, Laderampen und Rollkarren ausgereicht.

b. Für schwere Gegenstände sind Krahne, besonders feststehende, von Menschenkraft bewegte eiserne Drehkrahne von 30 bis 300 Ctr. Tragfähigkeit von grossem Vortheile.

c. Für lebhaften Quai-Verkehr sind die Dampf- und hydraulischen Krahne den durch Menschenkraft bewegten und die beweglichen Dampfkrahne den feststehenden vorzuziehen, weil erstens der Förderungseffect ein grösserer und zweitens die Ausnutzung der Quai-Anlageplätze eine bessere ist.

Hervorzuheben ist noch, dass sämmtliche Krahnanlagen grosse Ersparniss an Zeit und Arbeitskräften herbeiführen, die Eisenbahnfahrzeuge vermöge der Verladung von oben herab sehr conserviren und den Arbeitern die nöthige Sicherheit bei Verladung schwerer Gegenstände verschaffen.

Nach § 83 der technischen Vereinbarungen des V. d. E.-V. **sind feste oder transportable Krahne für die Verladung schwerer Gegenstände zu empfehlen, auch ist die Anbringung von Krahnen an einigen Ladethoren der Güterschuppen zweckmässig.**

§ 42. Centralgüterschuppen St. Gereon zu Köln.[34] — Aus der Beschaffenheit des Rheinischen Eisenbahnnetzes, dessen Linien Köln-Aachen, Köln-Bingerbrück, Obercassel-Oberlahnstein, Köln-Kleve mit der Zweigbahn Osterath-Essen in Köln zusammenlaufen, woselbst ausserdem der Anschluss der Köln-Mindener Bahn durch Vermittlung der Rheinbrücke stattfindet und künftig die Eisenbahn und die Linie Köln-Dortmund einmünden werden, ergiebt sich die Nothwendigkeit der Umladung von Stückgütern in grossem Umfange. Der mit Rücksicht hierauf ausgeführte Güterschuppen (Fig. 2, Tafel XLI) zeigt eine wesentlich neue Anordnung, welche im Grundriss nebst Situation mitzutheilen wir uns nicht versagen können. Alles Stückgut, welches nicht in geschlossenen Wagenladungen eingeht, wird in diesem Güter-

---

[34]) Heusinger's Organ f. d. F. d. E.-W. 1874. Heft V u. VI.

schuppen umgeladen, um möglichst viele geschlossene Ladungen bilden resp. die Wagen bestens ausnutzen zu können. Ausserdem dient der Güterschuppen dem Localverkehr sowohl für ankommendes wie für abgehendes Gut. Die ausgeführte Anordnung erläutert sich im Uebrigen durch die Zeichnung; bezüglich des Rangirens der Wagen vor dem Schuppen sowie vor den Freiladeplätzen, das Ordnen der Züge erlauben wir uns auf den unten bezeichneten interessanten Aufsatz zu verweisen.

§ 43. Die Anlagen für den Güterverkehr in England[35]) sind auf den Güterstationen für Verladung im Freien und auf Güterschuppen von derartigen Anlagen in Deutschland nicht wesentlich verschieden.

Der bedeutende Güterverkehr auf den Bahnhöfen der grösseren Städte, insbesondere von London, hat jedoch Einrichtungen nothwendig gemacht, ohne welche so bedeutende Massen auf einem beschränkten Raume nicht zu bewältigen sein würden. Hier genügten einfache Güterschuppen, in welchen die Güter durch Thore verladen werden, nicht, es mussten vielmehr grossartige bedeckte und von oben beleuchtete Hallen erbaut werden, unter welchen nicht nur ganze Züge auf zahlreichen Gleisen aufgestellt werden, sondern auch die Fuhrwerke, auf welche die Güter verladen werden sollen, einfahren können. Der Dienst wird dadurch ausserordentlich erleichtert, an Arbeitskräften und an Aufbewahrungsräumen viel erspart.

Zwischen den Gleisen und Fahrstrassen befinden sich erhöhte Ladeperrons, auf welchen zahlreiche Krahne zum Heben der Lasten, oft durch hydraulischen Druck bewegt, aufgestellt sind. Die Güter werden meistens von den Eisenbahnwagen direct auf das Landfuhrwerk oder auf Schiffe verladen. Nicht selten sind zu längerer Lagerung von Gütern in der Nähe besondere Gebäude errichtet.[36])

Fig. 6, Tafel XLIX giebt eine Skizze vom Durchschnitt der Güterhalle der Great-Western-Eisenbahn bei Paddington. Die Halle überdeckt hier 13 Gleise mit den zwischenliegenden Fahrstrassen und Ladeperrons.

Die Ueberdachung der Halle wird von gusseisernen Säulen getragen, welche in $12^m,55$ Abstand voneinander oben durch schmiedeeiserne gitterförmige Längsträger, auf denen die gusseisernen Dachrinnen und die schmiedeeiserne Dachconstruction ruhen, untereinander verbunden sind. Zur Eindeckung des Daches ist gewelltes, verzinktes Eisenblech verwandt in Tafeln von etwa $2^m,4$ Länge und $0^m,9$ Breite, welche einander etwa $0^m,1$ überdecken und miteinander vernietet sind.

Die Dachbinder sind etwa $3^m,14$ voneinander entfernt, Sparren und Pfetten haben T-förmigen Querschnitt von etwa 130^{mm} Breite und 100^{mm} Höhe. An das Hauptdach schliesst sich eine grosse Anzahl kleiner Satteldächer an, welche mit Glas eingedeckt sind. Die gusseisernen Säulen dienen durchweg gleichzeitig als Abfallrohre für die Dachrinnen.

An die eine Langseite schliessen sich die Depotsräume in zwei Etagen an. Vorgebaute Ladebrücken mit Aufzugskrahnen stellen die Verbindung der Eisenbahn-

---

[35]) Erbkam, Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang XIII, p. 613 f. Englische Einrichtungen. Siehe auch Reisenotizen über Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe vom Ingenieur H. Tellkampf. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1864.

Die charakteristischen Unterschiede der deutschen und englischen Güterstationen und die Vorzüge der Letzteren in Bezug auf schnelle Umladung grosser Transportmassen sind in Weber's Schule des Eisenbahnwesens 1873, p. 263—266 in übersichtlicher Weise besprochen.

[36]) Von wesentlichem Vortheile beim Beladen und Entladen der Wagen ist es, dass fast ausschliesslich Wagen ohne feste Decken benutzt werden. Siehe Hartwich's aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen etc. Berlin 1874. Ernst & Korn, p. 11.

wagen mit der oberen Etage des Depots her. In der Mitte der Halle befinden sich die Bureauräume in zwei Etagen, so dass von denselben aus das Ladegeschäft controlirt und überwacht werden kann. Die Verladung geschieht theilweis mit den auf den Perrons stehenden hydraulischen Krahnen, theilweis durch directes Einfahren in die Eisenbahnwagen. Letzteres wird dadurch wesentlich erleichtert, dass die Güterwagen dieser Bahn gleiche Länge von Buffer zu Buffer erhalten haben. Die Thüren der auf vier Gleisen nebeneinander stehenden Wagen correspondiren daher miteinander, so dass man mit Hülfe von übergelegten Brücken von dem Ladeperron durch mehrere Wagen hindurchfahren und das Gut in jeden der hintereinander stehenden Wagen einkarren kann. In zweckmässiger Weise sind ferner Ueberbrückungen der Hallengleise zur Communication zwischen den einzelnen mittelhohen Perrons in gleichem Niveau mit denselben hergestellt. Sie bestehen aus zwei in der Mitte der überbauten Oeffnung aneinander stehenden Rollbrücken, welche auf einer rechtwinklig zu den Hallengleisen und mit einem solchergestalt abgemessenen Gefälle verlegten Schienenbahn laufen, dass jede Hälfte mit Leichtigkeit unter den Belag des benachbarten Perrons geschoben und das Fahrgleis auf diese Weise wieder frei gemacht werden kann. Auch sind an einzelnen Stellen des Perrons Versenkungen angebracht, welche die Utensilien für die Züge aus den unterhalb belegenen Kellern unmittelbar herauf befördern helfen.

Am Ende der Güterhalle befindet sich eine senkrechte hydraulische Hebevorrichtung, welche dazu dient, die Kohlenwagen auf die ca. 6^{m} höher liegenden Kohlen-Abladegleise zu heben. Von der Hebevorrichtung gelangen die Wagen zu dem Abladestrange auf einer durch Säulen getragenen Blechträgerbrücke, welche durch die Güterhalle hindurchführt.

Aehnliche Einrichtungen, wobei die Güterwagen mittelst senkrechter Hebevorrichtungen nach den Ladestellen gebracht werden müssen, finden sich mehrfach in England, und ist in dieser Beziehung die Güterstation der Lancashire- und Yorkshire-Eisenbahn bei Manchester zu nennen, welche 5^{m},4 bis 6^{m} tiefer liegt als die Hauptbahn und auf welche sämmtliche Wagen vermittelst dreier senkrechten Hebevorrichtungen, welche durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden, gelangen. Baumwollballen werden daselbst auf Tafeln verladen, deren Grösse der Grösse der dazu eingerichteten Landfuhrwerke entspricht, während drei derselben auf einem Eisenbahnwaggon nebeneinander Platz finden. Die Umladung dieser beladenen Tafeln geschieht vermittelst eines Laufkrahnes durch Dampfkraft, so dass also mit einer einmaligen Operation ein Landfuhrwerk ent- oder beladen werden kann.

Dergleichen Einrichtungen werden in England auch für Steinkohlentransporte vortheilhaft angewandt, indem man statt der Tafeln entsprechend grosse kastenförmige Behälter zur Anwendung bringt, welche auf die Untergestelle der Land-, resp. Eisenbahnwagen gestellt und später entleert zurückgeliefert werden. Bei den Wellington-Docks zu Liverpool werden die Kohlen in dergleichen Kästen mittelst hydraulischer Krahne von je 10 Tonnen, resp. 15 Tonnen Tragfähigkeit bis zu den Böden der Seeschiffe herabgelassen und entleert. Die Kästen von Holz haben im Boden Klappen, welche mit der Hand geöffnet werden müssen. Eiserne Kästen dagegen sind mit eigenthümlicher Vorrichtung zum Oeffnen der Klappen versehen. Ein Krahn soll jede Stunde 130 Tonnen Kohlen mit eisernen Kästen verladen können.

Zu den interessantesten Güterstationsanlagen Londons gehören die der Great-Northern-Bahn. Siehe darüber Hartwichs aphoristische Bemerkungen Blatt IX.

§ 44. Französische Güterschuppen. — In Frankreich, wo das milde Klima solches zulässt, sind die Güterschuppen an den Seiten häufig ganz offen, indem das

Dach von einzelnen gemauerten Pfeilern, hölzernen Ständern oder gusseisernen Säulen getragen wird. Solche offene Güterschuppen, welche man z. B. auf den Bahnhöfen der französischen Westbahn zu Paris, Rouen und Havre findet, sind freilich nur an den grösseren Stationen zulässig, wo die Güterbahnhöfe isolirt angelegt und genügend eingefriedigt sind. Grosse mehrstöckige Lagerhäuser und mechanisch bewegte Aufzugsvorrichtungen findet man auf den französischen Güterstationen nur selten, beispielsweise auf dem Güterbahnhofe der Westbahn zu Batignolles ein solches, welches als zollfreie Niederlage oder Entrepot dient und durch ein Gleis mit dem Bahnhofe verbunden ist.

Auf der Güterstation der nach Orleans führenden Bahn zu Paris findet man zweckmässige leicht bewegliche Rollkrahne, welche in dem Berichte (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W., Jahrgang 1864) dargestellt sind. Statt der Windetrommel haben dieselben eine Kettenscheibe. Die als Krahnkette dienende Gall'sche Kette wird mit einem Ende an die obere Rolle festgehängt, mit dem andern hängt sie frei herab. Der Krahn hängt mittelst zweier Rollen auf einem Dachbalken und findet unten auf dem Fussboden auf einer kleinen Rolle die zweite Stütze.

Die in Fig. 7, Tafel XLIX dargestellte Skizze zeigt das Profil eines Güterschuppens, welcher auf den kleineren französischen Bahnhöfen sehr gebräuchlich ist.

Die Dachconstruction ist sehr leicht. Die Binder liegen etwa 3^m voneinander entfernt; da Leersparren fehlen, so liegt die Dachverschalung auf die ganze Weite frei. Die Dachdeckung besteht aus Zinkblech.

Fig. 8, Tafel XLIX zeigt die Skizze vom Querschnitt des grossen Eisenbahngüterschuppens in der Nähe der alten Docks zu Antwerpen. In der Mitte desselben liegen drei Gleise, aussen an beiden Langseiten liegen die Fahrstrassen für die Fuhrwerke, die Dächer sind mit Schiefer auf Verschalung eingedeckt. Das mittlere Dach hat im First ein grosses Oberlicht. Die Dachconstruction ist in Schmiedeeisen nach dem Polonceau'schen Systeme ausgeführt.

An den Giebelenden des Schuppens sind drei grosse eiserne Gitterthore, über den Gleisen zu beiden Langseiten grosse aufgehängte Schiebethore an der innern Seite der Umfassungsmauern angebracht. Auf dem Perron stehen einige leichte eiserne Krahne gewöhnlicher Art.

§ 45. Schuppen zur Lagerung von feuergefährlichen Gegenständen, insbesondere Petroleum, Oel, Chemikalien etc., sind häufig an den Langseiten offen und als Verdachungen angelegt, unter welchen die betreffenden Güter auf Perrons in der Höhe der Wagen, geschützt vor Nässe und Sonnenschein, kurze Zeit lagern können, oder auch nur übergeladen werden. Solche Verdachungen sind zweckmässig in leichter Holzconstruction herzustellen und mit Dachpappe einzudecken; die unterstützenden Säulen von Eisen oder Holz sind auf Pfeiler zu stellen, welche zugleich die Träger für die den Fussboden des Lageraums tragenden Balken aufnehmen. Parallel der einen Langseite des Schuppens liegt wie bei den Güterschuppen ein Eisenbahngleis, parallel der andern die Fahrstrasse für Landfuhrwerk.

Zur Lagerung von Säuren etc. sind bei den Güterschuppen des Potsdamer Bahnhofes in Berlin an den Enden durch Brandmauern Räume abgeschnitten und mit Hydranten versehen. Der Fussboden in denselben liegt $0^m,16$ tiefer als die Thorschwellen, damit ausfliessende Flüssigkeiten sich nicht weiter verbreiten können. Die Beleuchtung geschieht durch ausserhalb des Schuppens vor den Fenstern angebrachte Laternen mit Reverberen.

V. Lagerhäuser, Niederlagegebäude, Entrepots, Speicher etc.

§ 46. Allgemeines. — Die grösseren Güterbahnhöfe, namentlich in Hafenorten, enthalten ausser den Güterschuppen, welche den Landfuhrwerkverkehr vermitteln, noch Lagerhäuser, Niederlagegebäude, Entrepots etc., einestheils zur Vermittelung des Seeverkehrs, anderentheils aber auch behufs der längeren Lagerung von Gütern, über welche der Besitzer Disposition noch nicht getroffen hat. An Hafen- oder Grenzorten, an welchen sonst für eingehende Güter Zoll erhoben wird, gewährt man meistens für die Lagerung in diesen Gebäuden Zollfreiheit, und die Güter werden erst dann verzollt, wenn sie zum Versandt in das Zollgebiet gelangen, anderenfalls aber auch unverzollt zurückgesandt. Diese Lagerhäuser bezeichnet man deshalb als steuerfreie Niederlagen.

Sie erhalten meistens mehrere Etagen, in welche die Waaren durch hydraulische Krahne oder Dampfkrahne direct aus den Eisenbahnwagen entladen werden, welche in das Erdgeschoss auf Gleisen und Drehscheiben unter die Aufzüge, die durch alle Etagen reichen, gelangen können.

§ 47. Steuerfreie Niederlage in Harburg.[37] — Siehe Fig. 9, Tafel XLIX Profil derselben; auf der Quaimauer daselbst sind hydraulische Krahne aufgestellt. Dienen diese Niederlagen vorzüglich einem Durchgangsverkehre, so sind sie zweckmässig einstöckig und die grösstmöglichste Länge des Quais einnehmend, von der Breite gewöhnlicher Güterschuppen, auszuführen. Dienen sie gleichzeitig zur zollfreien Lagerung von Gütern und zur Lagerung von bereits verzollten Gütern im freien Verkehre, wie bei der zollfreien Niederlage zu Harburg, Fig. 10, Tafel XLIX, so ist es wohl für zweckmässig gehalten, zwei Lagergebäude parallel nebeneinander aufzuführen und in den oberen Geschossen durch Querbauten miteinander zu verbinden. Zwischen beiden Gebäuden, von denen das an der Bahnseite liegende als Lagerschuppen für Güter im freien Verkehre, das an der Strassenseite liegende als zollfreie Niederlage dient, liegen daselbst zwei Bahngleise, welche von den Querbauten überbaut sind. Feuerfeste Treppen und Bureaulocale befinden sich in allen Geschossen an einem Giebel beider Schuppen und für Feuerlöscheinrichtungen ist durch Wasserleitungen im Innern des Gebäudes Sorge getragen.

Die steuerfreie Niederlage zu Emden[38], Leer und Gestemünde[39]) bestehen nur aus einem Niederlagegebäude in übrigens sonst ähnlicher Art der Ausführung wie in Harburg.

Die Etagenhöhe der Lagerhäuser ist $2^m,8$ bis 3^m hoch anzunehmen; ein höheres Aufstauen der Waare würde unbequem und nicht bei allen Waarengattungen möglich sein. Die Gebälke werden meistens durch Unterzüge gestützt, welche gewöhnlich von gusseisernen Säulen getragen werden, während in den Kellerräumen steinerne Pfeiler zweckmässig sind. Für gewisse Waaren, z. B. Oel, Wein etc., welche durch den Temperaturwechsel verderben, sind Kellerräume unentbehrlich.

Einer Mittheilung von C. Köpke[40]) über die Dimensionen von Balkenlagen,

---

[37]) Steuerfreie Niederlage zu Harburg. Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1860, p. 222.

[38]) Steuerfreie Niederlage zu Emden. Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Band X, 1864, p. 188.

[39]) Der Hafenbau in Gestemünde vom Oberbaurath Buchholz. Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1865, p. 45 und 212.

[40]) Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1865.

13 grosser Krahn 30,000 Kilogr. Tragfähigkeit,
14 kleiner Krahn 2500 Kilogr. Tragfähigkeit,
15 transportabler Krahn 1250 Kilogr. Tragfähigkeit,
16 Laderampe für Landfuhrwerke,
17 Quergleise zur Verbindung derselben mit der Drehscheibe am *B*-Schuppen,
18 gepflasterter Weg für Landfuhrwerke,
C und *D* Anfänge des Einganges zum projectirten Hafen, in welchen, wenn es erforderlich erscheint, der an den Weserbahnhof grenzende Theil des Stadtgrabens verwandelt werden kann.

Die beiden Schuppen sind in Backsteinrohbau in rationeller Construction architectonisch imposant ausgeführt. Die Dachflächen sind zum Theil mit englischem Schiefer eingedeckt, zum Theil von gewelltem Eisenblech in Bogenform hergestellt.

Der □ᵐ der in letzterer Weise überbauten Grundfläche hat gekostet mit Verankerungen excl. Blechträger, Säulen und Rinnen etwa $10^1/_2$ Mk. Die Bedachung hat jedoch den Nachtheil gezeigt, dass die darunter liegenden Räume im Sommer sehr heiss werden, wenn nicht wie beim Schuppen *A* für starken Luftzug gesorgt werden kann. — Thore und Thüren sind ebenfalls aus Wellenblech gefertigt.

VI. Locomotivschuppen.

§ 49. Allgemeines. — Die an Locomotivschuppen zu stellenden allgemeinen Bedingungen sind folgende:

1. Der Schuppen muss so angeordnet und gelegen sein, dass man Locomotiven leicht, und ohne andere deplaciren zu müssen, ein- und ausfahren lassen kann.

2. Für schleunige Beseitigung von Dampf und Rauch, welcher im Schuppen durch die Locomotive erzeugt wird, muss durch die Construction des Schuppens Sorge getragen sein.

3. Der Innenraum muss reichlich hell und überall durch Tageslicht erleuchtet sein.

4. Der für die einzelne Locomotive bestimmte Raum soll in der Breite und Länge so gross bemessen sein, dass nicht allein alle Locomotiven genügend Platz finden, sondern auch zwischen denselben Handtirungen, selbst kleinere Reparaturen an den Maschinen vorgenommen werden können.

5. Zweckmässige Heizung des Raumes im Winter soll ermöglicht sein.

6. Alle diese Bedingungen sollen in der einfachsten Weise, mit den geringsten Mitteln und ökonomisch so vortheilhaft wie möglich erfüllt werden.

§ 50. Locomotivschuppen durch Weichen zugänglich. — Nach Maassgabe der Lage und Form des für den Bau des Locomotivschuppens zu Gebote stehenden Bauplatzes und mit Rücksicht auf die Anzahl der in dem Schuppen zu placirenden Locomotiven, sind in den verschiedenen Fällen verschiedene Grundformen anwendbar, wie bereits im XIII. Capitel, § 4 kurz erwähnt wurde. Die einfachste und in der

Fig. 38.

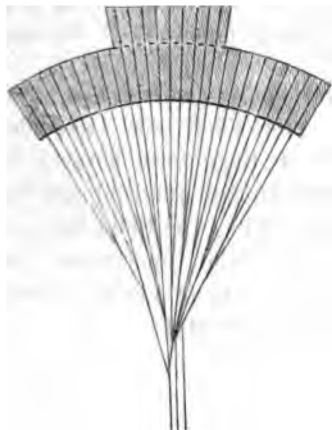


ersten Zeit am häufigsten zur Anwendung gebrachte Grundform ist die des Rechtecks. Die Schuppen in dieser Form enthalten ein, zwei, drei oder mehrere parallele Gleise, welche entweder nach einer oder beiden Richtungen durch Weichen mit den parallelen Hauptbahngleisen verbunden sind. (Fig. 38.)

Sind Ausfahrten nach beiden Seiten hin zu ermöglichen, so dehnt man w die Länge des Schuppens so weit aus, dass vier Locomotiven hintereinander ges werden können.

Zweckmässig ist es mindestens, zu zwei hintereinander stehenden Locomoti

Fig. 39.



ein besonderes Ausfahrtsthor von mindestens 4 (15′ 9″) Höhe und 3m,35 (11′) Breite anzulegen.

Ist also die Anzahl der zu placirenden Lo motiven gegeben, so ermittelt sich die Anzahl parallel in dem Schuppen anzulegenden Gleise. dem man unter obiger Voraussetzung die ersten di 4 und, wenn die Ausfahrt und Weichenverbind nur nach einer Richtung möglich ist, durch 2 divi

Eine zweite Schuppenform, welche die Weichenverbindung mit den Fahrgleisen zulässt die ringförmige, wie sie auf der Great-Northern-Ei bahn (Fig. 39), auch vielfach auf deutschen Bal zur Ausführung gekommen ist.

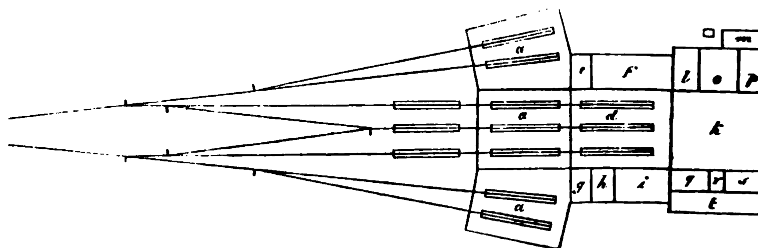
Je grösser bei dieser Anordnung der Ra für die Ringform gewählt wird, desto mehr St können nebeneinander angeordnet werden.

Fig. 40 zeigt in ähnlicher Anordnung den Grundriss des Locomotivschup der Station Löbau mit angebauter kleiner Werkstatt. In der Fig. ist

a der Schuppen für die Maschinen im Dienst,	*i* Schmiede,
d Raum für Maschinen in Reparatur,	*k* Dreherei,
e Raum für die Putzer,	*l* Maschinen-Vorsteher,
f Stellmacherwerkstatt,	*m* Kesselraum,
g Locomotivführerzimmer,	*o* Dampfmaschine.

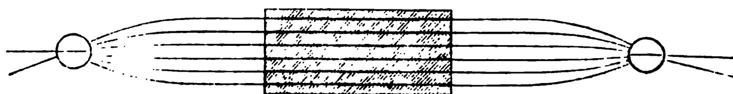
Die übrigen Räume dienen als Magazine etc.

Fig. 40.



§ 51. Locomotivschuppen mittelst Drehscheiben zugänglich. — Ist grössere Anzahl von Locomotiven unterzubringen, so wählt man vortheilhafter An nungen, bei denen die Locomotiven nicht direct, sondern durch Vermittlung von gro Drehscheiben, auf denen gleichzeitig Locomotive und Tender gedreht werden kön

Fig. 41.



ein- und ausgebracht werden. Wie schon erwähnt, ist auch dabei die rechteck Grundrissform anzuwenden, wie in Fig. 41 oder bei den älteren Anlagen der Gr

Junction st., Fig. 42 für 12 Maschinen, wobei jedes Gleis eine besondere Drehscheibe enthält, oder endlich in Fig. 43, wobei die Verbindung der Gleise innerhalb des Schuppens durch Drehscheiben hergestellt ist.

Fig. 42.

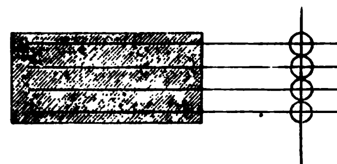


Fig. 44 zeigt den Grundriss eines polygonalen Schuppens mit 16 Ständen, Fig. 45 den des halbkreisförmigen für 8 Stände, Fig 46 den eines ringförmigen Schuppens mit 16 Ständen. Die runden oder polygonalen Schuppen erhalten bei einer Grösse bis zu 16 Ständen meistens nur ein Einfahrtsthor. Für grössere Schuppen werden meistens mehrere Thore angelegt. Die geschlossenen runden Schuppen sind hierin den ringförmigen vorzuziehen, bei welchen für jeden Stand ein Thor anzulegen ist.

Fig. 43.

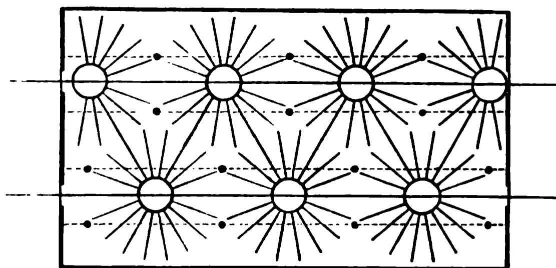


Fig. 44.

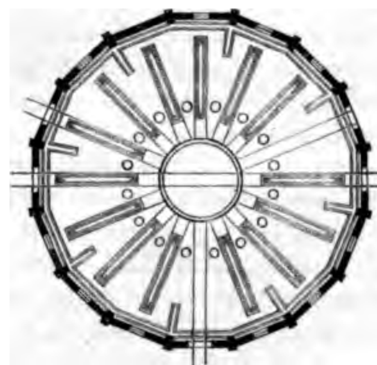


Fig. 45.

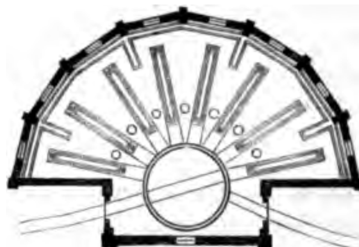


Fig. 46.

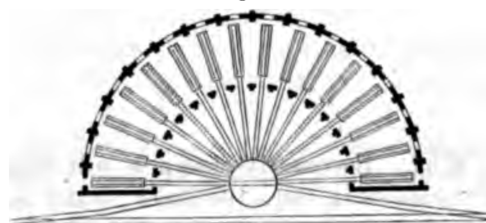


Fig. 47.

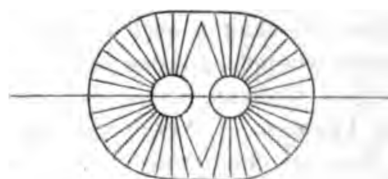
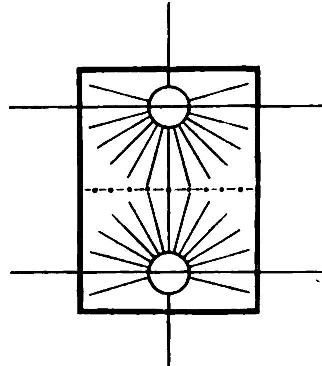


Fig. 48.



Bei Unterbringung einer grösseren Anzahl von Locomotiven legt man zwei Drehscheiben nebeneinander in die Mitte und schiebt zwischen die beiden Halbkreise oder Quadranten einen rechteckigen Schuppentheil ein.

Siehe Fig. 47 und 48 (p. 775) oder wie bei dem grossen **Schuppen der französischen Nordbahn zu Tergnier** (Fig. 50), woselbst die Drehscheiben **durch kleine auf** denselben befindliche Dampfmaschinen bewegt werden. (Siehe auch **Fig. 49 die Locomotivschuppen der Bayerischen Staatsbahn zu Würzburg.**)

Die älteren polygonalen Schuppen (Versailler Bahn, linkes Ufer) enthalten Drehscheiben von so kleinem Durchmesser, dass nur die Locomotive ohne Tender auf ihnen gedreht werden konnten.

Die Zahl und Grösse der in dem Schuppen aufzustellenden Maschinen bestimmt natürlich den Durchmesser desselben.

Fig. 49.

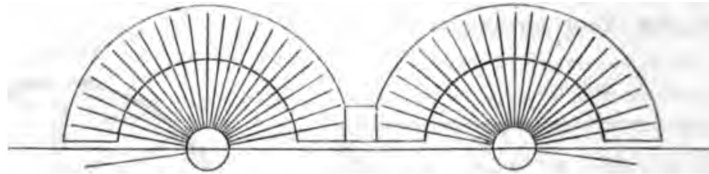


Fig. 50.

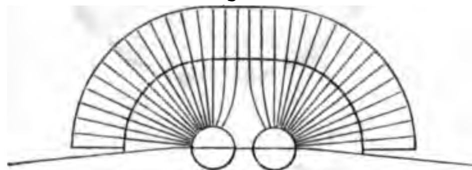
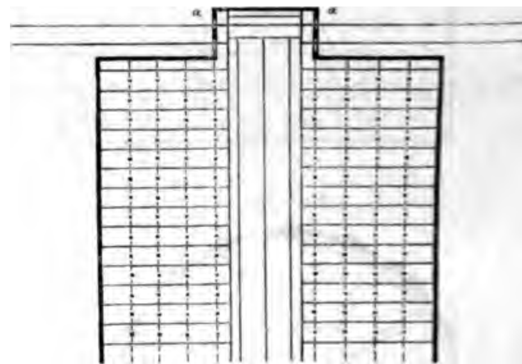


Fig. 51.



§ 52. Locomotivschuppen mit Schiebebühnen. — Zur Unterbringung sehr vieler Locomotiven (50—100 Stück) wählt man vortheilhaft eine Anordnung, bei welcher die Locomotiven mittelst einer Schiebebühne ein-, resp. ausgebracht werden, welche zweckmässig durch Dampf oder eine Gasmaschine bewegt wird.

Der rechteckige Locomotivschuppen zu Bar-le-Duc, Fig. 8, Tafel L. auf der französischen Ostbahn[42]) ist durch eine überdachte Schiebebühne zugänglich.

In ähnlicher Anordnung ist für den Centralbahnhof zu Breslau ein Schuppen, Fig. 51, projectirt, von welchem am Schlusse dieses Abschnittes noch die Rede sein wird.

Desgleichen finden sich ähnliche Locomotivschuppen auf den Bahnhöfen Landsberg a. d. W. und Schneidemühl der Preussischen Ostbahn.

§ 53. Vergleich der verschiedenen Formen. — Vergleicht man die verschiedenen Formen, so findet man zunächst, dass bei den rechteckigen Schuppen der innere Raum am vortheilhaftesten ausgenutzt und die Ausführung in der einfachsten und billigsten Weise geschehen kann.

Bei allen Schuppen, in denen die Stände convergirend nach einem Mittelpunkte ...rden, ist an den engsten Stellen der Zwischenraum zwischen je zwei

...at, Traité élementaire des chem. d. f. Bd. 2, p. 47.

Locomotiven auf ein Minimum zu bemessen, dabei am äusseren Umfange Raumverschwendung nicht zu vermeiden, welche bei Anwendung der Rechteckform vermieden wird.

Bei den ringförmigen Schuppen liegt die Drehscheibe ungünstiger und ungeschützter, als bei der vollständig überdachten Rotunde, dagegen gestattet die Rotunde keinerlei Erweiterungen. Sie bildet ein abgeschlossenes Ganzes, welches entweder auf ein demnächstiges Bedürfniss bemessen zunächst nicht vollständig ausgenutzt werden kann, oder aber sehr bald nicht mehr ausreichend gross ist.

Der ringförmige Schuppen empfiehlt sich durch die Möglichkeit der Erweiterung vorzüglich für neue Bahnen, welche voraussichtlich mit geringem Verkehr eröffnet, bald aber mit der Entwickelung desselben zu Erweiterungen genöthigt werden. Man projectirt in derartigen Fällen vielleicht ringförmige Schuppen für 20 Stände, baut für den Anfang nur einen kleinen Theil desselben und erweitert nach Bedürfniss planmässig.

Ungünstig bei ringförmigen Schuppen ist die grössere Anzahl der Thore (für je einen Stand ein Thor), welche vor Allem verhältnissmässig bedeutende Unterhaltungskosten erfordern und nachtheilig bezüglich der Erwärmung des Schuppens im Winter sind, auch werden durch längere Umfassungsmauern und die bebaute grössere Grundfläche die Baukosten bedeutender, als bei rechteckigen Schuppen.

Perdonnet giebt an, dass ein halbkreisförmiger Schuppen für 7 Locomotiven auf dem Strassburger Bahnhofe zu Paris mit Gleisen, Reinigungsgruben und der Drehscheibe 25,600 Thlr., also pro Stand 3659 Thlr. = 10,977 Mk. gekostet hat.

Eine Rotunde zu Epernay kostet mit Gleisen, Gruben und der Drehscheibe 39,464 Thlr.; sie enthält 16 Gleise, von denen nur 14 als Locomotivstände gerechnet werden; der Locomotivstand kostet demnach 2800 Thlr. = 8400 Mk.

Der ringförmige Schuppen zu Villette hat 36,000 Thlr. gekostet, oder da derselbe 16 Stände enthält, pro Stand 2253 Thlr. = 6759 Mk.

Der ringförmige Locomotivschuppen zu Witten hat bei verhältnissmässig tiefen Fundamenten 38,900 Thlr. gekostet; da derselbe 11 Stände enthält, so kostet der Stand 3536 Thlr. = 10,608 Mk.

Die Kosten der Rotunde auf dem Bahnhofe Hannover waren veranschlagt zu 52,200 Thlr., dies ergiebt pro Stand bei 16 Gleisen oder 15 Ständen 3625 Thlr. = 10,875 Mk.

Zieht man ausserdem die Kosten des erforderlichen Terrains noch mit in Rechnung, so steht dabei ebenfalls der rechteckige Schuppen mit dem geringsten Terrainbedarf voran.

Der für den Bahnhof Breslau für 34 Stände projectirte Schuppen mit sägeförmigen Oberlichtdächern, sogenannten Shed-Dächern, eisernen Säulen und Dachrinnen kostet nach dem Anschlage pro Stand 1880 Thlr. = 5640 Mk.

Hiernach steht diese Schuppenanordnung allen anderen voran, und folgen dann die rechteckigen Schuppen mit aussenliegenden Drehscheiben oder Weichenverbindungen, dann die Rotunden, dann die ringförmigen und endlich die halbrunden Schuppen. Die Rotunden haben vor den ringförmigen Schuppen den Vorzug der besseren Uebersichtlichkeit im Innern, wodurch die Ueberwachung der Arbeiter erleichtert wird. Beide Anordnungen gestatten die Anlage von zweckmässigen Arbeitsstellen zur Ausführung der kleinen Reparaturen an den Maschinen und ermöglichen günstige Beleuchtung durch Tageslicht mittelst Aussenfenster und unter Vermeidung von Oberlichtern.

§ 54. Vereinsbestimmungen über Locomotivschuppen. — Auf die oben unter 2, 3, 4, 5 und 6 angeführten Bedingungen, welche an die Locomotivschuppen

zu stellen sind, gehen wir näher ein, indem wir die Construction und Ausführung der Locomotivschuppen beschreiben.

Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen enthalten die Grundzüge folgende Bestimmungen:

§ 91. Im Locomotivschuppen soll für jede Locomotive soviel Raum vorhanden sein, dass man bequem an allen Seiten derselben arbeiten kann. Grosse, bis nahe auf den Fussboden reichende Fenster sind zweckmässig. Zwischen den Schienen sind durch unterirdische Canäle zu entwässernde Arbeitsgruben von 750 bis 850^{mm} Tiefe mit Stufen erforderlich.

§ 92. Im Schuppen soll eine mit einem hochgelegenen Wasserbehälter communicirende Rohrleitung liegen, welche durch einen Schlauch mit jeder Locomotive in Verbindung gebracht werden kann. Auch Wasserkrahne sind im Innern des Gebäudes oder aussen an demselben zweckmässig.

Der Schuppen ist mit Einrichtungen zum Heizen zu versehen.

§ 93. Hölzerne Theile des Dachverbandes im Schuppen sollen über dem Standpunkte der Schornsteine mindestens 5^{m},800 hoch über den Schienen liegen.

§ 94. Für die Abführung des Rauches und Dampfes ist durch Röhren, Klappen oder bewegliche Fenster im Dachfirst zu sorgen.

§ 95. Die Ausfahrtsthore sollen mindestens 4^{m},800 Höhe und 3^{m},350 Breite haben.

§ 96. Mit dem Locomotivschuppen sind Räume für Locomotivführer und sonstiges Dienstpersonal, sowie Räume zur Aufbewahrung von Materialien und Geräthen zu verbinden.

§ 55. Der rechteckige Schuppen zur Aufstellung einer geringen Anzahl von Locomotiven ist ein einfaches Gebäude mit einem Satteldache, Einfahrtsthoren an den Giebeln und grossen Fenstern an den Langseiten, welche feststehend zweckmässig von Guss- oder Schmiedeeisen herzustellen sind. Länge und Breite der Schuppen ist nach der Grösse der darin unterzubringenden Locomotiven zu ermitteln. Für grössere Locomotiven von 15^{m},1 (50′ 8$^{3}/_{4}$″ engl.) Länge, freien Räumen an den Enden bis zu den Giebelmauern des Schuppens von 1^{m},2 und einem Spielraum zwischen je zwei Locomotiven von 0^{m},45 wird der Schuppen für eine Maschine etwa 18^{m}, für zwei Maschinen 33^{m},5, für drei Maschinen 49^{m},3 lang im Lichten und wird die lichte Weite der Schuppen betragen:

für die mit einem Gleise 7^{m},
- - - zwei Gleisen 11^{m},8,
- - - drei Gleisen 16^{m},6,

wobei die Entfernung der Gleise im Innern von Mitte zu Mitte 4^{m},8 beträgt.

Für die Höhe des Schuppens ist nach obigen Bestimmungen ein Minimum festgestellt; um überflüssige Höhe zu vermeiden, ist die Dachneigung so flach zu wählen, wie es mit Rücksicht auf das gewählte Deckungsmaterial möglich ist und um den inneren Raum im Winter warm halten zu können, ist eine Dachverschalung nothwendig. Man wählt deshalb zur Eindeckung des Daches solche Materialien, welche eine flache Neigung des Daches gestatten und für welche die nothwendige Holzverschalung gleichzeitig als Unterlage dienen kann. Dachpfannen kommen daher selten zur Anwendung, dagegen meistens Schiefer oder Dachpappe.

Welchem von diesen Materialien bezüglich der Dauerbarkeit der Vorzug zu geben sein möchte, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit angeben. Bei beiden liegen gute und schlechte Erfahrungen vor.

Bei der Schieferdeckung sind in Folge der Einwirkung des durch die Locomotiven im Schuppen entwickelten Dampfes und Rauches die zur Befestigung der Schiefertafeln angewandten Nägel, aus welchem Metalle sie auch bestanden haben mögen, oxydirt und hat dann eine Umdeckung stattfinden müssen. Bei der Eindeckung mit Dachpappe, welche den Dampf oder Rauch nicht durchlässt, hat sich derselbe zwischen der Dachpappe und der Verschalung niedergeschlagen und letztere zum Faulen gebracht Metalldächer leiden am meisten durch den Dampf und schweflige Säure haltenden Rauch der Locomotiven. Wenn für gute Lüftung durch Anlage von Jalousien am höchsten Punkte des Daches und durch richtige Anlage von Schornsteinen ausreichend gesorgt wird, so glauben wir der Dachpappe zur Eindeckung der Locomotivschuppen den Vorzug geben zu müssen, vorausgesetzt, dass das Satteldach keine grössere Höhe erhält, als etwa $^1/_9$ seiner Breite. Wir verweisen bezüglich der Vorzüge der Dachpappe auf das in dem Abschnitte über Wagenschuppen und Güterschuppen in dieser Beziehung Angeführte.

Nach den Referaten über die Beantwortungen der Fragen für die IV. Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen wendet die Köln-Minden und Rheinische Eisenbahn zur Eindeckung der Locomotivschuppen und Bahnwärterhäuser etc. fast ausschliesslich die sogen. französischen Falzziegel an. Nach Angabe der gen. Verwaltungen hat die geringe Haltbarkeit der Pappe dazu Veranlassung gegeben und ist die Herstellung der Dächer mit Falzziegeln noch etwas billiger als die mit Pappe, daneben von langer Dauer ohne Unterhaltungskosten. Die Falzziegel können bei guter Dichthaltung so flach wie Schiefer eingedeckt werden.

Zur Lüftung des Schuppens wird meistens am höchsten Punkte des Daches ein Aufbau angeordnet, dessen Seitenwände aus Jalousien bestehen, welche entweder immer offen oder stellbar sind. Ausserdem legt man über den Schornsteinen der Locomotiven Schornsteinrohre an, welche sich unten trichterförmig erweitern, um den Rauch aus dem Locomotivschornsteine aufzufangen und oberhalb der Dachfläche ausmünden zu lassen. Die Stellung dieser Schornsteine ist von der der Locomotivschornsteine abhängig.

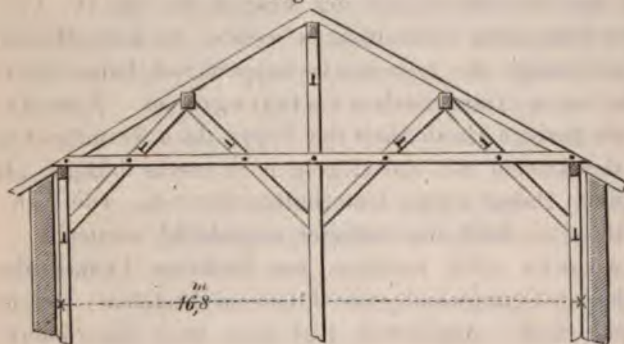
In allen Fällen sind dieselben über der Mitte der Gleise und der Längenrichtung nach für eine Stellung der Locomotive richtig anzubringen, wenn es nicht zu vermeiden ist, dass die Locomotiven verschieden, bald vorwärts, bald rückwärts in den Schuppen einfahren, in welchem Falle für jeden Locomotivstand zwei Schornsteine erforderlich sind.

Bei den oben angeführten Locomotiven liegt die Schornsteinmitte etwa $13^m,4$ vom einen, resp. $1^m,7$ vom anderen Ende derselben entfernt. Der Schornstein muss also bei einer Stellung der Locomotive mit dem Schornsteine nach vorn, von der Innenkante der Giebelmauer (da der freie Raum zu $1^m,2$ angenommen ist), $2^m,9$ entfernt aufgestellt werden; bei der umgekehrten Stellung der Locomotive steht er $14^m,6$ von der Giebelmauer entfernt u. s. w. Da die Schornsteine ebenfalls von den Locomotivdämpfen stark angegriffen werden, so stellt man sie entweder von Kupfer, Gusseisen oder glasirtem gebrannten Thon her. Eisenblech ist nicht dauerhaft genug; zu empfehlen sind die z. B. von der Tangerhütte bei Magdeburg gefertigten, im Innern emaillirten eisernen Schornsteine. Diese wiegen bei etwa 1^m Länge 70 Kilogr., welche etwa $5^7/_{12}$ Thlr. = 16,65 Mk. kosten. Die Kosten der Haube und des Trichters betragen zusammen etwa 13 Thlr. = 39 Mk.

Die Unterkante der Schornsteine liegt $4^m,84$ hoch über Schienenkopf.

Bei geringer Breite des Schuppens wählt man meistens freitragende Dachconstruction, obwohl es keineswegs bedenklich ist, zwischen den Locomotivständen Säulen von Gusseisen zur Unterstützung des Dachwerkes aufzustellen. Bei vielen Schuppen findet man sogar statt der eisernen Säulen Holzständer zur Unterstützung des Dachwerkes, welches in diesem Falle ebenfalls in der billigsten Weise ganz von Holz construirt wird (s. nachstehende Fig. 52), Skizze eines ringförmigen Locomotivschuppens auf dem Bahnhofe Würzburg, bei welchem auch seitlich an den Umfassungswänden zur Unterstützung des Dachwerks Holzständer aufgestellt sind. Auch in Frankreich, z. B. auf der Ostbahn, findet man sehr viele Schuppen in Holzconstruction ausgeführt. Ausser in Bezug auf die Feuergefährlichkeit verdient jedoch vor dem Holze das Eisen den Vorzug, weil Holz durch die abwechselnde Einwirkung des von den Locomotiven aufsteigenden Wasserdampfes und der Wärme mehr angegriffen wird als Eisen.

Fig. 52.



Die unter den Maschinen anzubringenden Reinigungsgruben dienen zum Ablassen des Wassers aus denselben, zur Reinigung der Roste, zur Revision der Locomotiven unterhalb und zur Ausführung kleinerer Reparaturen daselbst. Die Gruben sind etwa 1m,8 kürzer anzulegen als die Gebäude im Lichten lang sind und treten dann 0m,9 über die Enden der Locomotiven vor. Die Breite der Gruben ist von dem Spurmaass der Gleise abhängig und beträgt 1m,85 bis 1m,3.

Die Sohle der Gruben erhält Gefälle und steht mit einem Entwässerungscanale in Verbindung. Die Sohle und Seitenmauern sind am besten aus feuerfestem Steinmaterial herzustellen, da sie durch die heissen Schlacken und glühenden Kohlen beim Ausbringen des Feuers aus den Locomotiven ausser vom Wasser stark angegriffen werden.

Die Befestigung der Eisenbahnschienen auf den Langmauern der Gruben geschieht am solidesten unmittelbar auf einer Rollschicht des Backsteinmauerwerkes mittelst Unterlagsplatten und eingemauerter Schrauben; oder man mauert in Abständen von etwa 1m sogenannte Knotensteine, Binder von Sandstein, Granit oder Kalkstein ein, in denen man die Befestigung durch Holzpflöcke herstellt. Die frühere Methode der Befestigung der Schienen auf Langschwellen, welche mit dem Mauerwerke oder den Quadern verankert wurden, ist als zu unsolide verwerflich.

Häufig stellt man in den Maschinenhäusern zwischen je zwei Ständen einen Wasserkrahn zur Füllung der Tender auf, welcher durch eine Rohrleitung mit den meistens in einem Anbau in der Nähe aufgestellten Wassercisternen in Verbindung steht. Von dieser Rohrleitung zweigt neben jedem Stande eine andere ab, welche durch Schlauchschrauben mit den Maschinen direct verbunden werden kann, um diese mit Wasser zu versorgen und zu reinigen. Bei dieser Einrichtung sind die Wasserkrahne neuerdings vielfach entbehrlich geworden, wenn an einer anderen Stelle Gelegenheit geboten ist, die Tender zu füllen.

Der Fussboden der Schuppen ist zweckmässig in Höhe der Schienenoberkante als Steinpflaster, aus festen Steinplatten oder Klinkern herzustellen.

Versuchsweise ist beim Bau des Locomotivschuppens auf dem Bahnhofe der Berlin-Hamburger Eisenbahn in Berlin Pflaster von 156^{mm} hohen Klötzen aus ausrangirten eichenen Bahnschwellen in Sandbettung zur Ausführung gekommen, jedoch hiervon der zu hohen Kosten wegen Abstand genommen und Granitplattenbelag hergestellt.

Die Thore der Locomotivschuppen sind als Klappthore von Holz oder besser Eisenblech herzustellen und mit guten Verschlussvorrichtungen [43]) zu versehen. Der Espagnolettverschluss und der Basquilleverschluss sind bei guter Ausführung zu diesem Zwecke zu empfehlen.

Zum Zwecke der Heizung und Erwärmung der Maschinenhäuser bedient man sich auf der französischen Ostbahn der Cokeskörbe. Allgemeiner aber legt man unter jede Maschine einen transportabeln eisernen Ofen, oder stellt einen solchen in der Nähe auf und führt den Rauch von demselben in unterirdischen gemauerten Canälen nach Schornsteinen in den Umfassungsmauern ab.

Bei grossen Schuppen legt man zweckmässiger eine Canalheizung an, wie wir sie im § 69 näher beschreiben werden. Die Schuppen der französischen und preussischen Ostbahn werden vielfach mit Dampf geheizt.

An den Wänden und vor den Fenstern bringt man gewöhnlich Werkbänke mit Schraubstöcken an.

Die Umfassungsmauern sind zweckmässig im Rohbau aufzuführen, im Innern auszufugen und zu weissen, da Verputz nicht dauerhaft genug ist.

Steht mit dem Maschinenhause eine Wasserstation in Verbindung, so ist diese nach dem im Abschnitt über Wasserstationen Mitgetheilten anzuordnen.

Die für diesen und andere Zwecke erforderliche Baulichkeit führt man meistens in einiger Entfernung vom Schuppen auf und stellt die Verbindung durch einen Gang her, damit der Schuppen das Seitenlicht nicht verliert, auch die Erweiterung desselben offen gehalten wird.

Rechteckige Schuppen mit aussenliegenden Drehscheiben sind z. B. auf dem Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin zur Ausführung gekommen, unter Anwendung der sägeförmigen Dächer, auf welche Construction wir noch zurückkommen werden.

§ 56. Polygonale Locomotivschuppen. — Der erste polygonale Schuppen soll nach Perdonnet vor 24—25 Jahren zu Birmingham erbaut sein. Derselbe war anfänglich in der Mitte nicht überdacht. Neuerdings überdacht man sie stets vollständig, entweder mit ganz freitragender Construction, meistens aber auf Säulen, welche in einem Kreise um die Drehscheibe herum aufzustellen sind. Von den neuerdings vielfach ausgeführten polygonalen Schuppen mit eiserner Dachconstruction nach Schwedler's Systeme zeigt Fig. 9, Tafel L den Grundriss des Schuppens auf dem Bahnhofe St. Johann der Saarbrücker Eisenbahn. Derselbe enthält Raum für 16 Locomotiven; der innere Durchmesser des Schuppens beträgt 48^{m},4, 16 Säulen sind zur Stütze des Daches in regulärem Polygone so aufgestellt, dass für den Durchgang der Locomotiven 4^{m},7 lichte Zwischenweite verbleibt.

[43]) Ausführliche Beschreibung der Thore und Thorverschlüsse siehe Locomotivschuppen auf dem Bahnhofe der Berlin-Hamburger Eisenbahn in Berlin. Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XII, 1862.

Der kuppelförmige Theil des Daches über den Säulen enthält 25m,1 Durchmesser. Der Raum ausserhalb der Säulen ist durch 16 Satteldächer überdeckt, die bei dem trapezförmigen Grundrisse jedes Raumtheiles in Kehlen mit starkem Gefälle zusammenschneiden, in welchen die Dachrinnen liegen. Sechszehn unter diesen Rinnen liegende Gitterbalken bilden die Basis der Satteldächer. Durch diese Anordnung war es möglich, die Dachflächen möglichst niedrig zu halten und einen Kranz von Fenstern am Rande der Kuppel in nicht zu hoher Lage zur Beleuchtung des inneren Raumes anzubringen. Der mittlere Theil der Kuppel und die Kehlen zwischen den Satteldächern und Rinnen sind mit Zink, alle übrigen Dächer mit Luxemburger Schiefer auf Schalung eingedeckt, zur Erleichterung von Reparaturen und zum Reinigen der Dachflächen von Schnee, Oeffnen der Fenster etc. ist am Fusse der Kuppel ein auf eisernen Consolen ruhender Umgang angeordnet.

Die Gesammtkosten nebst der angebauten Wasserstation haben 51,000 Thaler = 153,000 Mk. betragen, einschliesslich der Drehscheibe, Wasserreservoirs etc., also bei 2242 Quadratmeter bebauter Grundfläche pro Quadratmeter 68 Mk. 40 Pf., oder pro Locomotivstand bei 15 Ständen, wobei man annimmt, dass ein Stand zur Ein- und Ausfahrt offen gehalten wird, 10,200 Mk. Unsere Quelle [44]) giebt Zeichnung der Aufrisse und Durchschnitte.

Andere derartige Schuppen sind zu Soest, Paderborn, Hamm, Bromberg, Hannover und auf der Bergisch-Märkischen Eisenbahn erbaut. Von dem Schuppen zu Hannover zeigt Fig. 10, Tafel L eine Skizze, von einem für Gladbach projectirten Schuppen, Fig. 4 und 5, Tafel L die Skizze vom Grundriss und Ansicht. Der Letztere ist für Schieferdeckung construirt. Der Erstere ist im Jahre 1868 erbaut und mit Dachpappe eingedeckt.

Beide Schuppen enthalten Raum für 16 Stände, wovon jedoch einer für Ein- und Ausfahrt der Locomotiven frei zu halten ist. Der Schuppen zu Hannover hat einen Halbmesser von 24m,23 des eingeschriebenen Kreises. Die Umfassungsmauern sind an den schwächsten Stellen zwei Stein stark, auf den Ecken durch äussere und innere Lissenenvorlagen auf etwa 1m verstärkt. Die inneren Lissenen liegen soweit vor, dass die Entfernung der Innenkante von den Säulen gleich dem normalen Abstande der auf den Säulen liegenden Träger von den inneren Polygonseiten ist, damit die parabolischen Dachträger auf dem niedrigen Ringtheile des Schuppens gleiche Länge und Construction erhalten konnten. Die den mittleren kuppelartig überdachten Gebäudetheil stützenden gusseisernen Säulen stehen 6m,22 voneinander und 15m,70 vom Mittelpunkte des Schuppens entfernt. Das Gesammtgewicht des verwandten Schmiedeeisens beträgt rund 50160 Kilogr., das des Gusseisens einschliesslich der Säulen 2431100 Kilogr.

Die Dachflächen sind oberhalb mit Dielen verschalt und mit Dachpappe eingedeckt, das Einfahrtsthor befindet sich in einem kleinen Vorbau und erhält 3m,34 lichte Weiten. Die Stärke der Constructionstheile ist auf eine Belastung von circa 150 Kilogr. pro Quadratmeter Dachfläche und vierfache Sicherheit ermittelt.

Im inneren Kuppelringe ist zum Besteigen der Dachfläche etc. oberhalb der Säulen ein Umgang mit einem Geländer auf Consolen angeordnet.

Zum Aufenthalte für das im Schuppen verkehrende Personal sind in einem angrenzenden Werkstättengebäude die erforderlichen Räumlichkeiten eingerichtet und durch einen Gang mit dem Schuppen verbunden.

---

[44]) Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1866.

§ 57. Halbkreisförmige Locomotivschuppen. — Von einem halbkreisförmigen Locomotivschuppen geben wir ein in architectonischer Beziehung interessantes Beispiel mit dem Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn zu Berlin (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1865, p. 435); Fig. 1, Tafel L zeigt den Grundriss, Fig. 2 eine Ansicht und Fig. 3 den Durchschnitt. Derselbe enthält ausser der Drehscheibe von $12^m,55$ Durchmesser 13 Maschinenstände incl. des Einfahrtsgleises, welche für die neueren Maschinen jedoch zu kurz bemessen sind. In Rücksicht auf möglichst vortheilhafte Ausnutzung der kostspieligen Baustelle wurde dem Locomotivschuppen eine Form gegeben, welche für die längeren Maschinen längere Stände darbietet, wie solche in der Richtung nach dem angrenzenden Hafenplatze hin erreichbar waren. Der innere Raum von 53^m Länge und $29^m,5$ Tiefe wird von einer freitragenden Eisenconstruction überspannt, welche eine Laterne trägt. Die Binder ruhen auf nach innen vortretenden, central gerichteten Strebepfeilern, welche mit Durchgangsöffnungen versehen sind. An der geraden Langseite des Gebäudes sind Feilbänke und Schmiedeheerde angebracht und in den Ecken der Pfeiler eiserne Rundöfen aufgestellt.

Ein grösserer in fünf Geschossen angebauter Thurm enthält im Kellergeschoss einen heizbaren Raum für die Nothpumpe, Waschgefässe, Kleiderschränke für in Berlin wohnhafte Führer und Feuerleute, im Erdgeschoss eine Dienststube zum Aufenthalte für die Führer und Feuerleute, deren Locomotive sich im Hause befindet; im zweiten Geschoss eine kleine Wohnung für den Werkführer; im dritten Geschoss ein Wasserbassin von Eisenblech, $5^m,6$ im Durchmesser und $1^m,88$ hoch; im vierten Geschoss zwei heizbare Räume zur Uebernachtung von Führern und Heizern, welche nicht in Berlin wohnhaft sind. Den Zugang zu allen Etagen vermittelt eine in dem noch höheren Thurme *a'* angelegte Treppe, in welchem auch eine Uhr befindlich ist.

Die einstöckigen Anbauten an dem Gebäude enthalten Räume zur Unterbringung von Schmiedekohlen und Geräthe, ein Zimmer für 14 Putzer, ein solches für vier Feuerleute etc., eine Stellmacherwerkstatt, Eingangsflur und Abtritte, Aschgruben und Müllgruben. Die Drehscheibe ausserhalb des Schuppens dient zum Verkehre mit dem naheliegenden Hafen. Die angewandten dreizehn thönernen Schornsteinröhren über den Locomotivständen sind im Organ 1865, p. 74 beschrieben.

Das Locomotivgebäude mit Drehscheibe, Gleissystem und vollständiger Einrichtung hat gekostet bei 1444 Quadratmeter bebauter Fläche 68,000 Thaler, also pro Quadratmeter 47 Thaler = 141 Mk. und pro Locomotivstand rund 5230 Thaler = 15,690 Mk.

§ 58. Ringförmige Locomotivschuppen. — Von einem grösseren ringförmigen Schuppen für 24 Stände zeigt Fig. 6, Tafel L als Beispiel den Grundriss des Locomotivschuppens der Berlin-Görlitzer Eisenbahn zu Berlin vom Baumeister Orth. Der Schuppen wurde für ein grösseres Bedürfniss von Ständen erbaut, als in der ersten Zeit des Betriebes nothwendig war, und in dem zu Locomotivständen vorläufig nicht zu benutzenden Theile desselben wurde eine provisorische Werkstatt eingerichtet, welche in Fig. 7 in doppeltem Maassstabe dargestellt ist.

In der Zeichnung bezeichnet:

A Locomotivschuppen (14 Stände),	*d* Schmiedefeuer,
B Locomotivreparatur (7 Stände),	*C* Wagenreparatur (8 Stände),
a Werkmeisterstube,	*D* Reparaturwerkstatt,
b Magazin,	*e* Kupferschmiede,
c Werkzeugschmiede,	*f* Bureau,

g Eisenmagazin,
E Schmiede,
h Federofen,
i Arbeitstisch,
k Härtetrog,
l Dampfhammer,
m Ventilator,
n Bandagenglühofen,
F Reparaturwerkstatt,
p verticale Bohrmaschine,
o Langloch-Bohrmaschine,
q Feilhobelmaschine,
r Loch- und Durchstoss Maschine,
s Muttermaschine,
t Schapingmaschine,
u Drehbank von 15—18″ Spitzenhöhe, lang und quer selbstthätig,
v Schaping- und Rundhobel-Maschine,
x Muttermaschine,
y Wagenachsen-Drehbank,
z Schleifstein,
a′ Drehbank von 9—11″ Spitzenhöhe,
b′ - - - - -
c′ Doppelbolzenbank,
d′ Drehbank von 8—10″ Spitzenhöhe,
e′ horizontale Bohrmaschine und Drehbank,
f′ verticale Bohrmaschine,
g′ Treibachsen-Drehbank,
h′ Dampfmaschine,
i′ Hobelmaschine,
k′ Siederohrfraismaschine,
l′ Reserveplatz für eine Achsen-Drehbank.

Bei einem anderen ringförmigen Schuppen in Berlin sind die Pfeiler zwischen den Thüren von Gusseisen construirt, wodurch die Breite derselben auf etwa $0^m.46$ bis $0^m,5$ vermindert werden konnte. Die Gebäudegrundfläche verkleinert sich dadurch entsprechend, weil die Pfeilerbreite das Maass für den Abstand der Gleise bedingt. Bei einem halbringförmigen Schuppen für 20 Stände wird z. B. bei gemauerten Pfeilern von 1^m bis $1^m,1$ Breite der Radius des inneren Kreises $31^m,38$, der des äusseren Kreises $50^m,2$ betragen, wobei die Thore eine lichte Weite von $3^m,766$ erhalten. Bei eisernen Pfeilern von 0,46 Breite und derselben Thorweite würde dagegen der innere Radius nur 27^m und der äussere nur $48^m,18$ erhalten. Die bebaute Grundfläche des ersten Schuppens

würde betragen etwa 2413 □ᵐ
die des letztern 2152 - .

Die Baukosten, mit 51 Mk. pro Quadratmeter bebaute Grundfläche gerechnet, würden betragen

für den ersten rund 123,000 Mk.
für den letzteren rund 108,000 -

also etwa mindestens $^1/_{10}$ weniger als bei den Schuppen mit gemauerten Pfeilern.

Zur Vermeidung von Oberlicht in den Dachflächen, zur Vereinfachung der Construction, sowie um endlich den Thorpfeilern durch Mehrbelastung grössere Festigkeit zu geben, erscheint es zweckmässig, ringförmigen Schuppen Pultdächer zu geben und die Dachflächen nach dem äusseren Umfange abfallen zu lassen.

Oberhalb der Einfahrtsthore können dann seitlich Oberlichter angebracht werden, welche gleichzeitig zur Lüftung und Beleuchtung des Schuppens dienen. Zur Trennung der Oberlichtfenster von den Thoren müsste ein Riegelholz oder eiserner Träger zwischen den Thorpfeilern eingelegt werden, an welchem zugleich die Befestigung der Thore in zweckmässigerer Weise anzubringen sein würde, als an gemauerten Bögen. Endlich würden bei Anwendung einer Eindeckung des Daches mit Dachpappe und einer Pfettendachconstruction die Gesammtbaukosten auf ein Minimum zu bringen sein.

§ 59. Schuppen zur Unterbringung sehr vieler Locomotiven sind, wie schon angedeutet wurde, am vortheilhaftesten in rechteckiger Form aufzuführen und mit einer zu überdachenden Schiebebühne zugänglich zu machen, welche mit Dampf oder einer Gasmaschine betrieben wird.

In dem Schuppen für Breslau, Fig. 51, p. 776, liegt die Schiebebühne in der Mitte und steht bei *a* durch seitlich angeordnete Thore mit den Fahrgleisen in Verbindung. Zwei Thore dienen zur Einfahrt, zwei zur Ausfahrt. An beiden Seiten der Schiebebühne sind je zwei Stände hintereinander angeordnet. Die Gleise im Schuppen erhalten einen Abstand von Mitte zu Mitte von $5^m,65$.

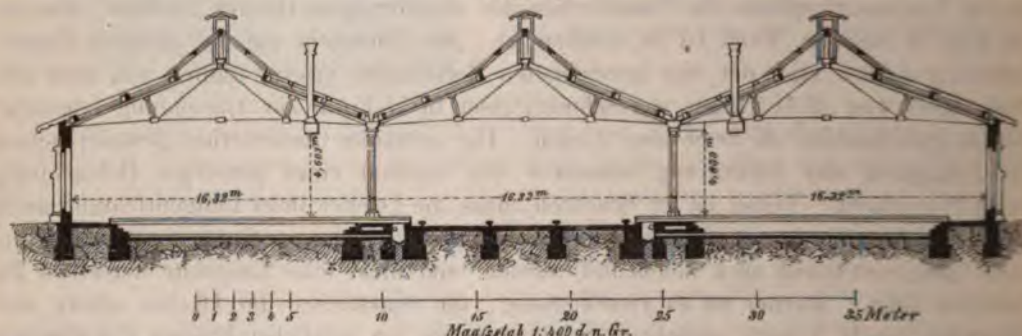
Die Endgleise liegen von den Umfassungsmauern $3^m,29$ entfernt. Mit Rücksicht auf die Dimensionen der daselbst im Betriebe befindlichen längsten Maschinen von $14^m,27$ erhält der Schiebebühnenraum eine Breite von $15^m,69$ im Lichten. Die Schuppentiefe ist so bemessen, dass an den Enden der Locomotiven $1^m,7$ und zwischen je zwei Locomotiven $0^m,94$ freier Raum bleibt. Da die Aufstellung von eisernen Säulen im Schuppen für ganz unbedenklich gehalten wird, so wurde zur Ueberdeckung der Räume für die Locomotivstände die Construction der sägeförmigen Dächer gewählt, wie sie aus Fig. 8 und 9, Tafel LJ zu ersehen ist. Mit Rücksicht auf die grössere Feuersicherheit sollen statt der hier gezeichneten Holzständer eiserne Säulen und statt der Dachträger von Holz Träger von Schmiedeeisen in U-Form zur Anwendung kommen, welche gleichzeitig als Dachrinne dienen. Die gewählte Construction gewährt neben der Billigkeit der Ausführung besonders den Vortheil einer günstigen Beleuchtung durch Tageslicht. Dabei ist zu beachten, dass die Dächer ihrer Längenrichtung nach normal gegen die Locomotivstände angeordnet werden müssen, damit die Locomotiven ihrer Längenrichtung nach beleuchtet werden, und nicht eine Langseite derselben im Schatten liegt. Ferner ist es zweckmässig, die Glasflächen der Dächer schräg und thunlichst nach Norden gerichtet anzulegen, um bei möglichst kleinen Dachflächen thunlichst viel Licht zu erhalten, ohne dass die Sonnenstrahlen eindringen können. Um die Veränderungen durch die Temperatur unschädlich zu machen, sind die Trägerrinnen nicht über die ganze Länge des Gebäudes in einem zusammenhängenden Stücke auszuführen, sondern aus einzelnen, je zwei Säulenweiten entsprechenden Theilen. Die Rinnentheile erhalten an den Enden, welche in der Mitte über jeder Säule liegen, ihre höchsten Punkte und Endböden von Eisenblech. Eine Lücke zwischen je zwei Rinnen von 15^{mm} gestattet die freie Ausdehnung und Zusammenziehung. Zur Dichtung werden mit den Endböden verfalzte Kappen angebracht. Zur Verbindung mit den Säulen erhalten die Rinnentheile in der Mitte Rohrzapfen, welche in den Säulenkopf gesteckt werden und das Regenwasser in die Säulen ableiten. Durch die Säulen wird das Wasser in Canäle abgeleitet. An dem Fusse der Säulen sind Fussplatten angegossen, welche auf dem Sandsteinquader, der ihnen zum Aufstande dient, durch eiserne in Blei zu befestigende Schraubendübbel befestigt werden. Die Sandsteinsockel sind zur Ableitung des Wassers von den Rinnen durchbohrt und erhalten zum Zwecke der Reinhaltung des Wasserlaufs seitlich neben den Säulen Oeffnungen, welche mit gusseisernen Platten abgedeckt werden und die Reinigung der Rohrleitung an dieser Stelle gestatten.

Zur Herstellung des Längenverbandes sind an dem Kopfe der gusseisernen Säulen Oesen angegossen und in Entfernung von 18 Fuss durch das ganze Gebäude hindurch Eisenstangen von $^3/_8$ Zoll Durchmesser angebracht und an den Enden mit den Mauern verankert. In den Glasflächen werden um horizontale Achsen drehbare Fenstertheile angebracht, welche nach Bedarf zu Zwecken der Lüftung geöffnet werden können. Die nicht verglasten Dachflächen sind bei einer Neigung von $^1/_5$ der Breite zur Höhe auf Dielenverschalung, welche unterwärts gehobelt und mit Fugenleisten versehen ist, mit englischem Schiefer eingedeckt.

Die Ueberdachung des Schiebebühnengleises besteht aus einer Eisenconstruction

nach dem Polonceau'schen Systeme, welche aus Fig. 9, p. 743 ersichtlich ist. Zur Unterstützung dieses Daches sind Säulen von grösserem Querschnitte, als dem der übrigen Säulen angewandt und die Rinnen über denselben erhalten, der in dieselben entwässernden grösseren Dachflächen entsprechend, grössere Breite, als die Rinnen der Zickzackdächer. Der mittlere Theil der Dachfläche wird in Sprosseneisen mit mattgeschliffenem Doppelglase eingedeckt. Die übrigen Dachflächen erhalten Schieferdeckung auf Brettverschalung. An der Unterkante der Verglasungsfläche ist zwischen dem Glase und den Dachpfetten ein Spielraum von etwa 52mm offen zu lassen, zur Abführung des Rauches und Dampfes. Ein besonderer Lüftungsaufbau auf dem Dache mit Jalousien zu diesem Zwecke kann dadurch erspart werden.

Fig. 53.



Römer[45]) hält an Stelle der sägeförmigen Dächer die in Fig. 53 dargestellte Dachform mit in Sattelform eingelegten steilen Oberlichtern für zweckmässiger.

VII. Wasserstationen.

§ 60. Allgemeines. — Die Wasserstationen, welche dazu dienen, die Locomotiven mit Wasser zu versorgen, befinden sich auf Bahnhöfen mit Locomotivschuppen meistens in der Nähe derselben. Die betreffenden Gebäude oder Gebäudeanbauten enthalten in diesem Falle ausser der gewöhnlichen Wasserstation noch Räume zum Aufenthalte der Locomotivführer, Heizer und der Putzer, ein Magazin, Wohnungen etc.

Die Wasserstationen müssen enthalten einen Raum für die Pumpe und den Vorwärmer, einen Raum für Reservecokes oder Kohlen und darüber den Cisternenraum. Wenn die Wasserstation am Ende eines Bahnhofes liegt, wo ein Wärter stationirt ist, um die Einfahrtsweichen, einen Wegeübergang oder einen Telegraphen zu bedienen, so ist mit der Wasserstation zweckmässig eine Wachtstube zu verbinden. Die Wasserstationen, welche unmittelbar vom Gleise aus benutzt werden sollen, sind demselben so nahe zu stellen wie möglich und erhalten dann am Gebäude drehbare Wandkrahne, mittelst welcher das Wasser den Tendern zugeführt wird.

Bei Anordnung der Höhenlage der Cisternen im Gebäude ist es erforderlich, auf eine Verlängerung der Röhrenfahrten nach den Krahnen Rücksicht zu nehmen und bekannte brauchbare Formeln für die Rechnung bei Bestimmung derselben zu beachten. Nach den Vorschriften für die Hannoverschen Bahnen soll der Ausfluss des Krahnrohres mindestens 3m,14 und nicht über 3m,76 betragen. Bezüglich der Wasserbeschaffung auf Bahnhöfen wurde bereits im § 4 des vorigen Capitels angegeben, dass

45) Deutsche Bauzeitung, Jahrgang IV, No. 26.

ein besonderes Gewicht auf die Qualität des Wassers zu legen und im Allgemeinen dem Flusswasser, wo dasselbe zu Gebote steht, vor dem Brunnenwasser der Vorzug zu geben sei, dass häufig die Anlage von Sammelbassins vortheilhaft werde und dass es empfehlenswerth sei, in leichtem Sandboden statt eines tiefen mehrere flache Brunnen nebeneinander anzulegen.

Die mechanischen Anlagen der Wasserstationen werden in dem XVI. Capitel ausführlich erläutert und am Schlusse desselben unter § 24 die einzelnen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. mitgetheilt.

§ 61. Form und Grösse der Reservoirs. — Die Construction der Reservoirs der Wasserstation wird im XVI. Capitel § 13 genauer erläutert, wir bemerken nur hier, dass bezüglich der Form und Abmessung das gewählte Material entscheidet; schmiedeeiserne Bottiche werden cylindrisch oder doch mit abgerundeten Kanten, gusseiserne aus einzelnen Tafeln und scharfkantig hergestellt. Im Allgemeinen sind schmiedeeiserne Cisternen den gusseisernen des geringeren Gewichtes und der besseren Dichthaltung wegen vorzuziehen, obwohl bei annähernd gleichen Kosten die gusseisernen nicht so bald durch Rosten zerstört werden, wie die schmiedeeisernen. Mit Rücksicht auf unvermeidliche Reparaturen ist es zweckmässig, für den Gesammtbedarf zwei oder drei miteinander zu verbindende Cisternen anzulegen, so dass ohne Störung für den Betrieb zeitweise eine derselben ausser Betrieb gesetzt werden kann. Bezüglich der Kosten unvortheilhaft ist es, mehr Gefässe von kleinem Inhalt anzulegen, wenn anders zur Aufstellung grösserer Gefässe Raum vorhanden ist. Bezüglich der Form der von Schmiedeeisen hergestellten Cisternen ist zu beachten, dass die runden Cisternen ökonomischer herzustellen sind als die rechteckigen. Ein rechteckiges Reservoir Fig. 4[46], Tafel LV von 8^m auf 4^m mit $1^m,1$ Höhe, enthaltend 35 Cubikmeter, wiegt beispielsweise 3000 Kilogr., während ein rundes Reservoir (Fig. 5) von 4^m Durchmesser und $3^m,5$ Höhe bei 43 Cubikmeter Inhalt nicht mehr als 1800 Kilogr., und ein rundes Reservoir von 5^m Durchmesser, 4^m Höhe bei 78 Cubikmeter Inhalt nur 3850 Kilogr. wiegt.

Die auf Tafel LV in Fig. 1 im Grundrisse gezeichnete Wasserstation zu Leer ist unmittelbar am Hauptgleise errichtet und enthält einen kleinen Cokesraum und Ladeperron, einen Pumpenraum und in einem Anbau die Bahnwärterbude, im ersten Geschoss Fig. 2 den Cisternenraum.

Bei der Façade Fig. 3 ist zu bemerken, dass die neueren Wasserstationsgebäude in der Aussenwand des zweiten Geschosses zweckmässig so grosse Oeffnungen erhalten, dass die Cisternen ohne Schwierigkeit im Ganzen zusammengearbeitet, von aussen eingebracht werden können. Grössere Cisternen werden häufig (siehe Fig. 4 und 5, Tafel LIV) nur mit Holz umgekleidet und überdacht, häufig aber auch ganz frei gestellt.

§ 62. Die **Ausführung der Gebäude** geschieht zweckmässig im Backsteinrohbau; zur Unterstützung der Cisternen sind eiserne Balken anzuwenden, und zum Schutze der darunter befindlichen Räume und zur Abhaltung des abtröpfelnden Schwitzwassers unter den Cisternen in einem Abstande von etwa 1^m, so dass noch unter den Cisternen gearbeitet werden kann, eine zweite Balkenlage anzuordnen und mit Zinkblech dicht abzudecken. Die Oberfläche dieser Abdeckung ist mit einem Wasserableitungsrohre in Verbindung zu bringen. Die Dachdeckung besteht zweckmässig aus Schiefer oder Dachpfannen, und damit die Wasserdämpfe entweichen können, ist für gute Lüftung Sorge zu tragen. Die Anbringung eines Blitzableiters erscheint bei den

[46]) Perdonnet, Traité élementaire d. Ch. d. f., Band 2, p. 57.

Wasserstationsgebäuden weniger nothwendig als bei anderen Gebäuden, weil die vom Wasser und dem Eisen angezogene Elektricität stets durch die gefüllte Wasserrohrleitung in den Erdboden abgeleitet wird.

VIII. Schuppen zur Lagerung von Feuerungsmaterial.

§ 63. In der Zeit der Entstehung der Eisenbahnen heizte man die Locomotiven fast ausschliesslich mit Cokes und erbaute zur Aufbewahrung derselben Cokesschuppen, in welchen die Cokes meistens in Körben aufgestellt wurden.

Die Schuppen wurden lang und schmal, massiv mit Schieferdach oder von Holz im Fachwerksbau hergestellt und mit Perrons und Ladebühnen versehen, vor welchen die Locomotiven vorfahren konnten. Den Fussboden der Schuppen und Ladebühnen legte man meistens in Höhe der Tenderoberkante (2m,3 über Schienenoberkante), um das Laden in die Tender möglichst zu erleichtern.

Mit der fast allgemeinen Einführung der Steinkohlenheizung ist diese Kategorie von Gebäuden auf Bahnhöfen fast spurlos verschwunden. Zum Schutze der Kohlen wendet man leichte Verdachungen mit Dachpappendeckung und seitlicher Bretterverschalung zum Schutze gegen den Schlagregen an. Meistens jedoch lagert man die Kohlen ganz im Freien.

Die Torfheizung kommt nur sehr selten noch in Gegenden vor, wo der Torf billig und in grossen Massen zu beschaffen ist und wo kein lebhafter Verkehr herrscht. Der Torf muss eventuell unter leicht construirten, von Fachwerk mit Bretterverschalung herzustellenden und mit Pappe oder Dachziegeln eingedeckten luftigen Schuppen gelagert werden. In denselben wird der Torf regelmässig und hoch aufgestapelt und dann regelrecht verbraucht, so dass der am längsten gelagerte zuerst verbraucht wird. Um das Laden in die Tender zu erleichtern und zu beschleunigen und dadurch auf Zwischenstationen längeren Aufenthalt zu vermeiden, legt man auch hier ausserhalb des Schuppens in bequemer Höhe Ladebühnen an, auf denen man in Körben den nächsten Bedarf in Bereitschaft hält. Feuerungsmaterialien zum Anheizen der Maschinen werden in den Locomotivgebäuden oder in deren Nähe in Anbauten oder eigenen kleinen Schuppen, welche auch zu Nebenzwecken dienen, untergebracht.

IX. Wagenschuppen.

§ 64. Die Wagenschuppen werden massiv oder im Fachwerksbau hergestellt und sind in der Regel mit verschliessbaren Thoren versehen. Sie müssen im Innern hell und luftig sein, so dass die Wagen daselbst revidirt und gereinigt werden können.

Bei Schuppen von grosser Breite kann man die Dachconstruction ohne Bedenken durch Aufstellung von Säulen oder Ständern zwischen den Gleisen vereinfachen und die Baukosten so niedrig halten wie möglich. Die Einfahrtsthore sind als Schiebthore oder mit nach aussen aufschlagenden Flügeln zu construiren. Die Schiebthore construirt man ähnlich wie die bei Güterschuppen, indem man sie an Rollen aufhängt, welche auf oberhalb der Thore angebrachten Laufschienen laufen.

Als Dachdeckungsmaterial wird, um die Höhe der Schuppen möglichst einzuschränken und das Dach möglichst leicht construiren zu können, zweckmässig Dachpappe angewandt.

Die Höhe des Daches ist dabei etwa gleich $^1/_9$ der Breite desselben anzunehmen. Bei grösserer Höhe werden, wie schon erwähnt, die Dachflächen so steil, dass der die Dachpappe dichtende Theer leicht abfliesst. Bei Ausführung im Massivbau genügt für die Umfassungsmauern eine Stärke von $1^1/_2$ Backstein des grossen Formats oder $0^m,39$ bis $0^m,47$.

Die technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen enthalten über Wagenschuppen unter I. (Grundzüge) Folgendes:

§ 97.

Die Schuppen für Personenwagen sollen so eingerichtet und in ihrer Lage so angeordnet sein, dass das Ordnen und Vervollständigen eines Zuges mit den in denselben aufgestellten Wagen leicht und schnell, und ohne dass die Wagen durch mehrere Weichen hin und her geschoben werden, erfolgen kann. In den Schuppen, wo die Wagen gereinigt werden, sind Wasserleitungen und Heizvorrichtungen zu empfehlen.

§ 98.

Die Entfernung der Gleise in den Schuppen soll nicht unter $4^m,400$ betragen.

Schuppen, die nur zur Aufstellung von Wagen dienen, die längere Zeit ausser Verwendung kommen, können von diesen Bestimmungen abweichend construirt werden.

§ 99.

Die Weite der Thore soll nicht unter $3^m,350$, die Höhe derselben nicht unter $4^m,800$ sein.

Nach den hiermit gegebenen Maassen und der Anzahl und Länge der in den Schuppen aufzustellenden Personenwagen lässt sich die Grösse derselben leicht ermitteln. So beträgt beispielsweise auf den Hannoverschen Bahnen im Lichten die Breite:

a.	für 1	Gleis	$4^m,35$,
b.	- 2	Gleise	$8^m,12$,
c.	- 3	-	$11^m,89$,

die Länge:

a.	für 1	Personenwagen	$10^m,44$,
b.	- 2	-	$19^m,72$,
c.	- 3	-	$29^m,0$.

Um in den Wagenschuppen eine gute Fussbodenbefestigung, welche zur Verhütung von Staub nothwendig ist, durch Pflasterung, Asphaltirung, Lehm oder Gipsästrich herstellen zu können, legt man häufig die Schienen daselbst auf Langschwellen.

Da die Wagenschuppen zum Aufstellen einiger Reserve-Personenwagen auf Stationen zweiten Ranges in der Regel nur die Bestimmung haben, die Wagen kurze Zeit aufzunehmen und das Obergestell der Wagen vor Regen. Schnee oder anhaltendem Sonnenschein zu schützen, indem die Obergestelle am meisten durch die Einflüsse der Witterung zu leiden haben, während die Untergestelle, d. h. Räder, Achslager, Federn etc. eines solchen Schutzes gegen die Witterung weniger bedürfen, so erscheint es zweckmässig, derartige Wagenschuppen nicht als vollständig geschlossene Räume zu con-

struiren, sondern so anzulegen, wie es beispielsweise auf der Altona-Kieler Eisenbahn geschehen ist.[47])

Die daselbst zur Ausführung gekommene Construction ist in Fig. 11, Tafel L im Durchschnitt und in Fig. 12, Tafel L im Längenschnitt dargestellt, und empfiehlt sich auch dadurch, dass die Schuppen billig und leicht transportabel sind. Letzteres ist insofern wichtig, als dadurch bei späteren Veränderungen oder Erweiterungen der Bahnhofsgleise die Beseitigung oder Umsetzung des Schuppens erleichtert wird.

Aehnliche Schuppen finden sich auch auf englischen Bahnen ausgeführt, woselbst die Seitenwände in der Regel mit gewelltem Eisenblech oder Zinkblech ausserhalb (wie hier mit Brettern) verkleidet, auch die Dachflächen häufig mit gewelltem Blech eingedeckt sind. Die Schuppen der Altona-Kieler Bahn kosten pro □m bebauter Grundfläche nur etwa 8 Thlr. = 24 Mk., während die Kosten massiver und ganz geschlossener Schuppen pro □m bebauter Grundfläche auf etwa 14 bis 18 Thlr. = 42 bis 54 Mk. zu veranschlagen sein werden.

Bei Hauptstationen, welche mit grossen Personenhallen versehen sind, dienen diese neuerdings in der Regel an Stelle der Wagenschuppen zur geschützten Aufstellung der Wagen. Diese Aufstellung verdient vor der in Wagenschuppen unbedingt den Vorzug, weil man die Wagen in ganzen Zügen bewegen kann, somit für den Betrieb besser zur Hand hat, endlich die Reinigung und regelmässige Unterhaltung der Wagen leichter zu bewirken im Stande ist. Ausserdem kostet dabei die Herstellung des Aufstellungsraumes nicht mehr, als die eines gleich grossen Wagenschuppens, indem beispielsweise die Ueberdachung der Halle des Ostbahnhofes zu Berlin pro □m nicht mehr als circa $12^2/_3$ Thlr. = 38 Mk. gekostet hat, und schliesslich wird an regelmässigen Ausgaben für Menschenkräfte, welche beim Transport der Wagen in die gewöhnlichen Wagenschuppen und aus denselben nicht entbehrlich gemacht werden können, ein Erhebliches zu ersparen sein.

X. Reparaturwerkstätten.

§ 65. Allgemeine Betrachtungen. — Der Transportdienst erfordert auf besonderen Bahnhofstheilen (wie im vorigen Capitel § 1 bereits kurz erwähnt wurde) ausser den bereits angeführten Baulichkeiten für die Aufstellung, gewöhnliche Unterhaltung und kleinere Reparaturen an Locomotiven und Wagen noch ganz besondere Anlagen für die nach Verlauf einer bestimmten Dienstzeit erforderlichen umfassenderen Erneuerungen und Revisionen. Für grössere Bahnstrecken legt man zu diesem Zwecke vollständig eingerichtete Werkstätten auf hinreichend ausgedehntem Terrain an. Bei kleineren Werkstätten dient eine Anlage gleichzeitig zur Reparatur der Locomotiven und Wagen. Je grösser die Werkstatt ist, desto mehr Abtheilungen erhält sie. Man unterscheidet dann Locomotivreparaturwerkstatt, Wagenreparaturwerkstatt und Wagenrevisionsschuppen. Endlich erfordert die regelmässige Versorgung mit Materialien, welche in den Depôts und Werkstätten der Eisenbahn verbraucht werden, die Unterhaltung von Hauptmagazinen, in welchen jene Materialien, sowie Ersatzstücke zur Auswechselung einzelner Theile der Locomotiven und Wagen in Reserve gehalten werden, um die Zeit, welche zu Reparaturen oder Auswechselungen nothwendig wird, Minimum abkürzen und der Bedingung der Oekonomie im Betriebe möglichst

[47]) …f, Organ für F. d. E.-W., Jahrgang 1876, p. 114.

entsprechen zu können. Die Magazine legt man gewöhnlich in Verbindung mit der Werkstatt und in der Nähe derselben an, weil hier am meisten verbraucht wird.

Die Vertheilung der verschiedenen Etablissements auf der Eisenbahnlinie giebt Anlass zu mancherlei Erwägungen, welche mit Umsicht und Sorgfalt angestellt werden müssen.

§ 66. Erforderniss und Lage der einzelnen Räumlichkeiten. — Eine Centralwerkstatt muss enthalten:

1. die Locomotivreparaturwerkstatt,
2. die Wagenreparaturwerkstatt,
3. Lackirschuppen,
4. Tischler- und Stellmacherwerkstätten,
5. Räume für Sattler und Tapezierer,
6. eine Dreherei und Schlosserei,
7. eine Schmiede,
8. die Kupferschmiede und Messinggiesserei,
9. eine Räderreparatur,
10. Wagenrevisionsschuppen,
11. das Hauptmagazin,
12. ein Holzmagazin,
13. ein Thorwärterhaus,
14. ein Bureaugebäude,
15. die erforderlichen Räume für Aborte, Pissoirs, Kohlen, die Dampfkessel und Dampfmaschinen etc.

Bei den alten Reparaturwerkstätten legte man für viele dieser Zwecke einzelne, jedoch miteinander mehr oder weniger im Zusammenhange stehende Gebäude an, ordnete dieselben meistens symmetrisch, so zwar, dass die eine Seite speciell für die Wagenreparatur, die andere für die Locomotivreparatur diente und in der Mitte die Theile der Werkstatt lagen, welche für beide der genannten Zwecke zu dienen hatten, also z. B. die Schmiede, die Dreherei etc. Eine solche Anlage zeigt die Werkstatt zu Olten (von der Schweizer. Centralbahn) Fig. 6, Tafel LI; in derselben bezeichnet:

a Schuppen für Wagen,
b Tischlerwerkstatt,
c Schlosserwerkstatt,
d Schuppen für Locomotiven,
e Portier,
f Magazinwächter,
g Bureau und Modellmagazin,
h Holzmagazin,
i Feuerspritze, Eisen und Oel,
k Kohlenraum,
l Depot,
m Aborte,
n Drehscheiben,
o Rollbrücke,
p Kupferschmiede,
q Bureaus,
r Dreherei,
s Schmiede und Kesselschmiede,
t Bureau,
u Magazin,
v Brennholzsäge,
x Gasfabrik.

Auch die alte Centralwerkstatt zu Hannover bildet einen ähnlichen Gebäudecomplex, bei dem die einzelnen Bautheile, um Höfe gruppirt, bei verhältnissmässig geringer Tiefe durch Fenster in den Umfassungsmauern ziemlich ausreichend durch Tageslicht erhellt sind. (Diese Werkstätte ist neuerdings umgebaut und verlegt worden.)

Bei grosser Tiefe der Gebäude reichte die seitliche Beleuchtung nicht aus, und man legte zunächst, wo es nothwendig erschien, ausserdem einzelne Oberlichter in die Dachfläche ein. Dies geschah häufig mit Widerstreben, da die Dichthaltung dieser

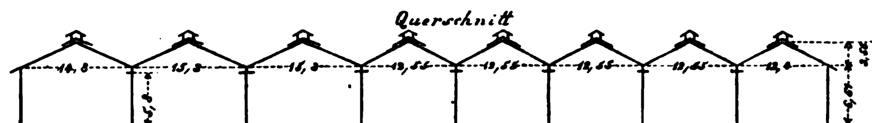
Oberlichter constructive Schwierigkeiten bot, welche zunächst durch die Anwendung von Rohglas, welches zu mässigen Preisen in grossen Tafeln angefertigt wird, überwunden wurden. Später nahm man bei den Dachconstructionen auf die Anlage von Oberlichtern mehr Rücksicht, verlor die Scheu vor der Anwendung derselben und machte sich dadurch von der Anlage der Fenster in den Umfassungswänden immer unabhängiger. Die Arbeiten in den Werkstätten erfordern zweckmässige und geschützte Communicationen von einer Arbeitsstelle zur anderen, möglichst kurze Wege für die nothwendigen Transporte der Producte beim Durchlaufen derselben durch die verschiedenen Stufen und Proceduren der Verarbeitung, Uebersichtlichkeit in Bezug auf die Disposition und Ueberwachung der Arbeiten, endlich möglichst vollkommene Raumausnutzung, um Ordnung und Sauberkeit in dem ganzen Etablissement mit den geringsten Umständen aufrecht erhalten zu können. Auch darf die Anlage nicht für ein zur Zeit festgestelltes Bedürfniss als abgerundetes, geschlossenes, architectonisches Ganzes projectirt werden, wie häufig geschehen ist; vielmehr muss die Anlage mindestens nach drei Seiten hin erweiterungsfähig sein, oder etwaige Erweiterung ohne aussergewöhnliche Umstände ausführbar sein. Die meisten Arbeiten endlich müssen zu ebener Erde geschehen, und deshalb sind die meisten Bautheile einstöckig. Nur die Handwerker, welche leichte Materialien, und mit leichteren Werkzeugen, verarbeiten, wie z. B. Tischler, Stellmacher, Sattler, Maler etc., können ihre Werkstätten im ersten Geschoss erhalten, doch wird auch dadurch der Dienst und die Uebersicht erschwert und die Arbeit vertheuert, obwohl die Baukosten sich vermindern. Nach diesen Erwägungen erscheint es zweckmässig, die verschiedenen Werkstätten nicht in getrennten Gebäuden unterzubringen, sondern je nach Bedürfniss einen einzigen quadratischen oder oblongen Raum durch Wände einzuschliessen, ihn nach Art der Spinnereien mit mehreren kleinen Dächern mit Oberlicht zu überdecken und in diesem Raume alle Werkstätten, also Schmiede, Kesselschmiede, Schlossereien, Drehereien, Locomotiven- und Wagenreparaturen etc. zu vereinigen. Man gewinnt dadurch folgende Vortheile: die Länge der Umfassungswände wird im Verhältniss zum räumlichen Inhalte geringer, als bei mehreren gesonderten Gebäuden, mithin ist der betreffende Raum billiger herzustellen. Die geringe Anzahl der Thüren und Thore, sowie das ebenfalls häufig vorkommende Oeffnen derselben trägt zur Verminderung der Betriebs- und Baukosten wesentlich bei und erleichtert ebenfalls Erwärmung des Raumes im Winter. Bei der oben angedeuteten Anordnung der Dächer kann der Raum zweckmässig erhellt und so ausgenutzt werden, wie es der Betrieb erfordert. Die Gebäudeconstruction vereinfacht sich und Balkenlagen sowie Zwischendecken werden entbehrlich. Eine derartig eingerichtete Werkstatt erleichtert ausserdem die Uebersicht und Aufsicht und kann, wenn sich das Bedürfniss nach Erweiterung einstellt, nach mehreren Seiten hin zweckmässig, leicht und aussergewöhnlich billig erweitert werden. Werkstättenräume, welche man absondern und abschliessen will, als die Räume für Tischlerei, Sattlerei, Lackirerei, Kupferschmiede und Gelbgiesserei, können durch Einziehen von Wänden von dem übrigen Raume leicht getrennt werden und gewähren dabei doch den Vortheil, Theile des Ganzen zu bilden und nicht für sich im Freien zu liegen.

§ 67. Werkstätte der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin. — Ein Beispiel einer solchen neuen Werkstättenanlage bietet die Werkstätte auf dem Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin, von welcher Fig. 11. Tafel LI den Grundriss nebst Situation, Fig. 54 (p. 793) den Querdurchschnitt und Fig. 12, Tafel LI den Querschnitt der Construction eines Satteldaches im grösseren Maassstabe zeigt. Die Ueberdachung dieser Werkstatt für Locomotiven und Wagen besteht

aus einzelnen parallel liegenden Satteldächern, welche auf 110 Stück gusseisernen Säulen ruhen und in den mittleren Theilen mit Glas eingedeckt sind. Die Verschiedenheiten in den Binderweiten und Säulenabständen sind dabei unwesentlich und zufällig. Der Innenraum ist durch zwei Schiebebühnen zugänglich. Zur Vermeidung grösserer Thore sind Vorbauten angelegt mit Thoren, durch welche die Wagen und Locomotiven der Längenrichtung nach auf die Schiebebühnen gebracht werden können. Die Schmiede ist in dem Raume massiv eingebaut, während Magazin, Sattlerei, Bureau im Fachwerksbau hergestellt sind, um sie leicht beseitigen zu können, falls Erweiterungen dies zweckmässig erscheinen lassen sollten. In den Kellern unter den Räumen 1, 2 und 3 werden Farben, Oele, Lack etc. aufbewahrt; in den Räumen 4 und 5 wird Putzwolle gewaschen und getrocknet. Bei *a* und *b* liegen in wasserdichten Kellerräumen Heizöfen zur Erwärmung im Winter, von welchen die Verbrennungsproducte durch eiserne Rohre in Canälen nach den Schornsteinen *c* und *d* geleitet werden.

Die Schiebebühne für Locomotiven bewegt sich in einer 248^{mm} tiefen Grube, die Schiebebühne für Wagen im Niveau der Bahngleise, so dass die Wagen über die

Fig. 54.



Schiebebühnengleise hinweggeschoben werden können. Bei *e* ist eine grosse Drehscheibe, bei *f g h* sind kleinere angeordnet zum Drehen von Wagen.

Zur Verglasung der Oberlichter sind in Abständen von 0^{m},31 Sprosseneisen von dem Querschnitte Fig. 13, Tafel LI eingelegt und im First des Daches über das daselbst horizontal liegende T-Eisen gebogen. Die Verglasung besteht aus mattirtem Doppelglase, wobei die Scheiben nach Art der Verglasung von Treibhausfenstern übereinander greifen. Die dadurch erreichte Erhellung der Räume ist sehr schön und Sonnenstrahlen können nicht eindringen. Zur Lüftung sind auf den Dachfirsten der ganzen Länge nach Jalousien angebracht, welche jedoch nachträglich als zu wirksam an der Wetterseite geschlossen sind. Die nicht verglasten Theile der Dachflächen sind mit Dachpappe eingedeckt.

§ 68. Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Witten. — Um näher auf die speciellen Erfordernisse und Einrichtungen der Werkstätten einzugehen, schliessen wir uns an ein Beispiel an, welches in einer Mittheilung des Obermaschinenmeisters Stambke zu Witten im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1866 abgehandelt ist. Es ist dies die Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn zu Witten (Fig. 10, Tafel LI). Für die Locomotiv- und Wagenreparaturen sind daselbst zwei getrennte Gebäude parallel zu einander in einem Abstande von 82^{m},58 erbaut, während die Schmiede und die Dreherei als Hülfswerkstätten beider zwischen denselben ihre Stellen gefunden haben. Letztere stehen durch eine aus Eisen construirte, allseitig geschlossene und mit Glas überdeckte Halle, zur Reparatur von Rädern bestimmt, mit einander in Verbindung, wogegen zur Seite der Schmiede das Kesselhaus, um jener möglichst wenig Licht zu nehmen, so angelegt ist, dass die Kessel unter Terrainhöhe liegen. Das mit dem Kesselhause verbundene Kohlenmagazin ist durch einen Schienenstrang zugänglich. Die Kupferschmiede und Gelbgiesserei, welche vorzugsweise für die Locomotivreparaturwerkstatt arbeiten, sind als Anbau zu letzterer aufgeführt.

Erfahrungsmässig hat man darauf gerechnet, dass von den Locomotiven bis zu $^1/_5$, von den Personenwagen bis zu $^1/_{10}$ und von den Güterwagen bis zu $^1/_{20}$ der vorhandenen Anzahl sich gleichzeitig in Reparatur befinden. Mit Rücksicht darauf erhielt die Werkstatt seinerzeit eine solche Ausdehnung, dass 28 Locomotiven und 56 vorzugsweise Personenwagen in den betreffenden Reparaturschuppen, 30—40 Wagen in einer bedeckten, seitlich offenen Halle zur Vornahme der gesetzlich vorgeschriebenen Jahresrevisionen, endlich 200—300 Wagen auf den im Freien liegenden Schienensträngen behufs Vornahme kleinerer Reparaturen aufzunehmen im Stande ist; zugleich wurde die Möglichkeit offen gehalten, der südlichen Langseite des Locomotivreparaturschuppens, sowie der nördlichen Fronte des Wagenreparaturschuppens gegenüber je einen fast ebenso grossen Schuppen nachträglich zu erbauen, was dann auch geschehen ist. Bei der Nothwendigkeit noch weitergehender Erweiterungen hat man die Absicht, die derzeitigen Anlagen ausschliesslich für die Instandsetzung der Locomotiven zu bestimmen und auf einem anderen geeigneten Platze eine besondere Wagenreparaturwerkstatt zu errichten. Die Maschinen, welche zur Reparatur gelangen sollen, werden vermittelst einer im Innern des Schuppens liegenden $5^m,65$ breiten Schiebebühne in die einzelnen Reparaturstände vertheilt Unbenutzte, resp. reparaturbedürftige Tender finden auf den freiliegenden Gleisen hinter dem Schuppen ihren Platz.

Die beiden in ihren Constructions- und Maassverhältnissen ganz gleichen Reparaturschuppen sind mittelst zweier Reihen innerer Säulen dreitheilig angeordnet und mit je drei parallel liegenden Satteldächern überdacht, welche als Pfettendächer construirt und mit Schiefer auf Schalung eingedeckt sind. Die Säulen dienen ausser zur Unterstützung der Dachbinder, welche nach dem Polonceau'schen Systeme in Schmiedeeisen construirt sind, zur Abführung des Regenwassers und stehen am Fusse mit Röhrencanälen in Verbindung, welche das Wasser den Hauptcanälen zuführen. Die Entfernung der Gleise im Innern des Schuppens beträgt $5^m,34$. An dem einen Giebel jedes Schuppens sind Magazinräume angebracht, in denen losgenommene kleine Theile während der Reparatur der Fahrzeuge aufbewahrt werden. Ueber diesen Räumen liegen Bureaulocale. In dem Locomotivreparaturschuppen sind an einzelnen Säulen drehbare Krahne von 25 Ctr. Tragfähigkeit angebracht, welche beim Montiren der Maschinen eine wesentliche Erleichterung gewähren. Das Auswechseln der Locomotivachsen erfolgt, wenn sämmtliche Achsen einer Maschine ersetzt werden sollen, indem die Maschine mittelst zwei Paar unter den beiden Enden aufgestellter Windeböcke gehoben wird, so dass dann sämmtliche Räder gleichzeitig entfernt werden können. Soll nur eine Achse ersetzt werden, so wird diese mittelst einer Schraubenwinde gefasst und behufs ihrer Beseitigung auf ein versenktes Gleis niedergelassen, worauf die neue Achse durch Anwendung derselben Vorrichtung unter die Maschine gebracht wird.

Das zwischen den beiden Reparaturschuppen erbaute Drehereigebäude ist, wie bei älteren Anlagen gewöhnlich, zweigeschossig und enthält in der nördlichen kleinen Abtheilung des Erdgeschosses die Holzbearbeitungsmaschinen, in der südlichen die verschiedenen Werkzeugmaschinen, als: Räderdrehbänke, Hobelmaschinen, Schienenfraisen, Supportdrehbänke, kleine Hobelbänke, Fraisböcke und Bohrmaschinen, sowie eine zweicylindrige Hochdruckdampfmaschine von 35 Pferdekräften zum Betrieb derselben. Im ersten Geschoss des Gebäudes sind die kleineren Arbeitsmaschinen aufgestellt; auch befinden sich daselbst die Werkstätten und Magazine der Modellschreiner, s[illegible]. Der Dachboden endlich gewährt den nöthigen Raum zur Auf[illegible]en und reponirten Maschinentheilen, sowie zu manchen sonstigen

Nebenzwecken. Durch die Dreherei erstreckt sich der Länge nach ein mit beiden Reparaturschuppen in Verbindung stehender Schienenstrang, welcher vorzugsweise dazu dient, die Locomotiv- oder Wagenräder auf ihren Achsen der Drehbank zuzuführen, von wo sie demnächst mittelst zwei kleiner Kreuzdrehscheiben auf den längs der westlichen Hauptfront belegenen Reparaturstrang befördert werden, um über die betreffenden Schiebebühnen nach Bedürfniss in die bezüglichen Werkstätten vertheilt und aufs Neue unter die Fahrzeuge gebracht zu werden. Diejenigen Locomotiv- und Wagenräder, welche der Erneuerung ihrer Bandagen bedürfen, gelangen zunächst in die bereits erwähnte Räderreparaturhalle, woselbst das Abziehen der alten Bandagen erfolgt. Von hier werden sie nebst den aufzuziehenden neuen Bandagen in den zwischen der Wagenwerkstatt und der Schmiede gelegenen Hofraum geschafft, wo die letzteren in einem neben dem Dampfschornsteine befindlichen Glühofen erwärmt und dann auf die Rädergestelle aufgezogen werden. Die neu bandagirten Räder gehen hierauf in die Räderreparaturhalle zurück und nachdem hier die Bandagen auf den Untergestellen befestigt sind, werden sie zum Abdrehen derselben in die angrenzende Dreherei gebracht, aus welcher sie auf oben beschriebenem Wege an den Ort der Verwendung gelangen. Die im Innern des Drehereigebäudes längs der östlichen Frontwand liegende Hauptwelle, welche vermittelst einer Kurbelachse direct von der Dampfmaschine ihre Bewegung erhält, ist durch Riemscheiben mit einer in der Mitte des Gebäudes gleichlaufend angebrachten, zum Betriebe der leichteren Werkzeugmaschinen dienenden Filialwelle verbunden. Kürzere, mit der Hauptwelle in Verbindung stehende Querwellen in den Räumen für Locomotiv- und Wagenreparaturen treiben Schleifsteine und Bohrmaschinen, welche letztere es ermöglichen, die Locomotivcylinder an Ort und Stelle nachzubohren. In der Schmiede, deren östlicher Theil zur Vornahme von Kesselschmiedearbeiten bestimmt ist, wurden längs beider Frontwände doppelte, in der Mitte einfache Schmiedefeuer angeordnet, welche grösstentheils mit einem Krahne zum Heben schwerer Schmiedestücke versehen sind. Eine Dampfmaschine treibt einen Flügelventilator von $1^m,26$ Durchmesser, zwei Schwanzhämmer, eine Lochmaschine mit Scheere, einen Schleifstein, eine Radialbohrmaschine und die in der Kupferschmiede aufgestellte Siederohrfraise. Ausserdem enthält die Schmiede zwei Dampfhämmer von beziehungsweise 12 und 6 Ctr. Schwere, einen Schleifstein, einen Federhärtofen und die zur Anfertigung der Herzstücke erforderlichen Schraubstöcke.

Der Fussboden der Schmiede ist zweckmässig mit Steinpflaster zu versehen. Die Dachconstruction muss freitragend, möglichst feuersicher, hochliegend und luftig angeordnet sein. Die Schmieden sind immer einstöckig herzustellen.

Die Räderreparaturhalle ist mittelst 7 kleiner Satteldächer überdeckt, welche mit Rohglasplatten, zunächst den Mauern aber mit Zinkblech belegt sind. Die gusseisernen, im Querschnitt U-förmigen Sparren dieser Dächer sind an ihren oberen Enden auf der unteren Flantsche eines gusseisernen doppelt-T-förmigen Trägers, am unteren Ende dagegen auf einem je 2 Dächern gemeinschaftlichen U-förmigen geneigt liegenden Träger, welcher zugleich die Traufrinne bildet, mittelst Schrauben befestigt.

Die Kupferschmiede und Gelbgiesserei enthält gewöhnliche Löthfeuer, einen in Form eines kleinen Cupolofens erbauten Siederohrlöthofen, die zum Abschneiden der Siederöhren, sowie zum Ab- und Ausfraisen der an denselben entstandenen Löthborden dienenden Fraismaschinen.

In der Gelbgiesserei, welcher eine Trockenkammer angebaut ist, sind aus Blechcylindern bestehende, mit Chamottsteinen ausgekleidete und mit gusseisernen Deckeln versehene Schmelzöfen angelegt.

Die sämmtlichen Werkstättengebäude sind mit einer sowohl für den gewöhnlichen Bedarf als zur raschen Dämpfung entstehenden Feuers bestimmten Wasserleitung versehen, welche von einem in einem Thurme aufgestellten Reservoire gespeist wird. Die Umfassungsmauern sämmtlicher Gebäude sind in solider Weise im Ziegelrohbau unter Anwendung von Sandsteinquadern zum Sockel und zur Abdeckung der der Witterung ausgesetzten Theile ausgeführt. Die Architecturformen erscheinen dem Rundbogenstyle entsprechend kräftig und constructiv motivirt, und sind durch in einfacher Weise von Backsteinen hergestellte Gesimse gefällig und ohne Aufwand von überflüssig erscheinenden Mitteln decorirt.

Zur Vervollständigung der Anlage ist noch zur Ausführung gekommen:

1. Ein Hauptmagazin für Werkstättenbedürfnisse, welches ausserhalb der Einfriedigung des Etablissements so situirt ist, dass sowohl die ankommenden Gegenstände vom Wagen aus unmittelbar in das Magazin geschafft, als auch umgekehrt die aus demselben nach den Werkstätten zu befördernden Materialien direct in Waggons verladen, und dann mit Benutzung der Schiebebühnen den einzelnen Verwendungsstellen bequem zugeführt werden können.

Eine überdachte Ladebühne mit Wandkrahn ist dabei vorzugsweise zum Auf- und Abladen schwerer Oelfässer zweckdienlich. Im Innern des Magazins vermittelt eine im Dachraum angebrachte Winde die Verbindung zwischen der Ladebühne und den verschiedenen Etagen des Gebäudes.

Das Souterrain des Magazins dient hauptsächlich zur Lagerung von Oel- und Fettwaaren, das Erdgeschoss zur Aufbewahrung von Sicderöhren, Stabeisen, Blechen, grösseren Gussstücken und anderen schweren Gegenständen, die Etage und das Dachgeschoss dagegen zur Lagerung von Sattlerwaaren und leichteren Metallstücken. Ein Anbau enthält im Erdgeschoss Bureauräume, ein Ausgabelocal für die kleineren Werkstättenbedürfnisse und die den Locomotivführern der Station zu verabreichenden Materialien und ein Depot für eingehende Waarenproben. Im 1. Geschoss befindet sich die Wohnung des Magazinverwalters.

2. Das Holzmagazin ist in der Nähe des Wagenreparaturschuppens, der hauptsächlichsten Verwendungsstelle der Hölzer, angelegt. Die Hinterfront oder die beiden Giebelwände sind massiv von Backsteinen mit zahlreichen Luftöffnungen versehen, die Vorderfront dagegen aus Fachwerk ausgeführt, dessen Gefache zunächst unter dem Dache äusserlich mit Brettern bekleidet, im Uebrigen aber durch Lattenwerk ausgefüllt sind, während sämmtliche Thür- und Fensteröffnungen durch kräftig construirte Lattenthüren verschlossen werden können.

3. Ein Thorwärterhaus zur Vermittelung des Einganges zu dem vollständig umzäunten Werkstättenplatze. In demselben hat der Thorwärter, welcher die Controle über das Ein- und Ausgehen der Arbeiter durch Verabfolgung von Marken ausübt, und dem zugleich das Oeffnen und Schliessen der angelegten Gleisthore obliegt, eine Wohnung.

4. Ein Dienstgebäude für den Obermaschinenmeister, welches im Erdgeschosse die Bureauräume, in der Etage die Wohnung desselben enthält.

5. Wohnhäuser für Werkmeister und Arbeiter mit den Nebengebäuden nach Bedürfniss und Lage der Werkstatt. Bei der isolirten Lage derselben in Witten sind Wohnungen für 18 bis 20 Familien daselbst angelegt.

6. Eine offene dreitheilige Halle zur Ueberdachung eines Theiles der zur Reparatur von Wagen dienenden äusseren Schienenstränge vorzugsweise zu dem ... hier die vorgeschriebenen Jahresrevisionen vorzunehmen. Dieselbe

besteht in Witten aus gusseisernen Säulen, welche ein bogenförmiges, mit Wellenzinkblech eingedecktes Dach tragen. Die T-förmig gebogenen, durch Zugstangen in Spannung erhaltenen Rippen, zwischen denen die aus Winkeleisen gebildeten Pfetten zur Unterstützung des Wellenblechs eingespannt sind, lehnen sich gegen gusseiserne, rinnenförmige Träger, welche das Tagewasser den Säulen zuführen, durch welche es in die Canäle abgelassen wird.

7. Die erforderlichen Aborte und Pissoirs für die Arbeiter in möglichster Nähe ihrer Arbeitsstellen. Bei Anlage derselben sind naheliegende Schornsteine zweckmässig zur Ventilation der Gruben und Abortstrichter zu benutzen, indem man Erstere durch Canäle mit den Schornsteinen in Verbindung setzt.

§ 69. Die Centralwerkstatt der Niederschles.-Märk. Eisenbahn zu Frankfurt a. O. liefert andere interessante Beispiele. Die Situation der ganzen Werkstätteanlage ist auf Tafel XXXVIII, Fig. 2 links ersichtlich.

Fig. 2, Tafel LI zeigt den Grundriss, und Fig. 1 den Querschnitt des Wagenrevisionsschuppens daselbst.[48])

Dieser Schuppen dient für die periodisch regelmässig wiederkehrenden Revisionen der Wagen. Derselbe hat 47^{m} Länge und 45^{m} Breite. Die Bedachung besteht aus 3 Satteldächern, welche von 16 im Innern aufgestellten Säulen, die gleichzeitig die Entwässerung vermitteln, getragen werden. Die Höhe der Dächer beträgt an der Traufe 5^{m},8. Das Gebäude wird erhellt durch 62 Fenster in den Umfassungswänden, und 28 in die Dachflächen eingelegte Oberlichter.

Zur Heizung ist in einer Heizkammer unterirdisch ein Heizapparat aufgestellt von dem die Verbrennungsproducte durch ein 0^{m},6 weites schmiedeeisernes Rohr von etwa 39^{m},5 Länge in einem gemauerten und in Höhe des Fussbodens mit durchbrochenen gusseisernen Platten abgedeckten Canale dem Schornsteine, welcher behufs des Anheizens am Fusse eine kleine Nebenfeuerung erhalten hat, zugeführt werden. Zur Erhöhung der Luftcirculation sind seitlich des Hauptcanals 8 Luftschöpfcanäle angelegt, und mit denselben in Verbindung gesetzt. Auf je 6734^{cm} Raum kommt 1□^{m} Heizfläche des Heizrohres. Der Heizungsapparat enthält 1,4□^{m} Rostfläche.

Der Effect dieser Heizungsanlage hat die gehegten Erwartungen bedeutend übertroffen, so dass dieselbe für derartige Gebäude empfohlen werden muss.

Die Kosten der Heizanlage haben betragen rund 2790 Thlr. = 8370 Mk. oder pro Cubikmeter zu heizenden Raum 5 Sgr. 5 Pf. = 55 Pf.

Der tägliche Brennmaterialverbrauch stellte sich pro 1000 Cubikmeter Raum bei einem Lackirschuppen auf 9,7 Kilogr., beim Revisionsschuppen auf 7,25 Kilogr. Steinkohlen, für jeden Grad Erhöhung der Temperatur gegen die äussere.

§ 70. Der Lackirschuppen. — Für die Ausführung der an den verschiedenen Betriebsmitteln vorkommenden, in den Eisenbahnwerkstätten vorzunehmenden Lackirerarbeiten ist ein gut erleuchteter und möglichst staubfreier Raum erforderlich, welcher, um die Arbeiten auch im Winter ungestört fortsetzen zu können, möglichst gleichmässig zu heizen sein muss.

Die Centralwerkstatt zu Frankfurt a. d. O. enthält einen Lackirschuppen, welcher in Fig. 5, Tafel LI im Grundriss, Fig. 3 in der Längendurchsicht und Fig. 4 im Querdurchschnitt gezeichnet ist. Dieser Schuppen hat 45^{m},5 Länge und 23^{m},7 Breite, einen Anbau als Kesselhaus. Durch Scheidewände sind im Innern Räume zum Farbenreiben und für Versuchsapparate abgetrennt, ohne dass dadurch die Ge-

---

48) Zeitschr. für Bauwesen, von Erbkam, Jahrgang XV, 1865, p. 121.

bäudeconstruction geändert wäre. Der Schuppen enthält 4 Gleise in 5m,65 Abstand, in welchen Reinigungsgruben von 0m,63 Tiefe angelegt sind, um an die untern Theile der Wagengestelle mit Leichtigkeit gelangen zu können. Der Schuppen hat Raum für 13 Personenwagen, nach Entfernung der Einbauten würden 16 dreiachsige Wagen in demselben aufgestellt werden können.

Die zwischen Eisenbahnschienen gewölbte Decke wird von 27 in 3 Reihen aufgestellten Säulen getragen. Ueber diesen liegen der Quere nach 0m,31 hohe I-förmige schmiedeeiserne Balken von circa 40 Pfd. Gewicht pro laufenden Fuss, auf deren 13m breitem Flantsch die Schienen in etwa 1m,4 Entfernung von einander aufruhen. Das Gewölbe ist 6cm,5 stark aus flachliegenden hohlen Ziegeln in Gypsmörtel hergestellt. Die Säulen haben 15cm,7, resp. 19cm,6 Durchmesser und stehen auf Sandsteinsockeln. Die lichte Höhe bis zur Unterkante der Träger beträgt 5m,96.

Die Bedachung des Gebäudes ist nach der Länge in 4 Satteldächer getheilt, denen sich an den Enden 2 Pultdächer anschliessen. Das Dachgerüst ist aus T-Eisen construirt, das Dachwerk selbst besteht aus Holz. Die Dachflächen sind mit Asphaltfilz eingedeckt.

Zur Abführung des Tagwassers in den Kehlen zwischen den zusammenstossenden Dachflächen sind 26cm,15 tiefe, 26cm.15 und 18cm,3 weite Rinnenkasten, welche mit Zinkblech ausgelegt sind, angebracht. Aus diesen führen Abfallrohre das Wasser durch die 19cm,6 starken Säulen in 2 Canäle, welche nach der Länge des Gebäudes den Säulenfundamenten entlang geführt sind. Zur Abhaltung des Schnees aus den Rinnen sind sogenannte Schneedecken, aus auf Leisten genagelten Brettern bestehend, angeordnet, wodurch der Abfluss des Thauwassers gesichert ist. Der Fussboden des Schuppens ist mit Granitplatten belegt.

Zur Erhellung des inneren Raumes sind in den Frontmauern Fenster und in der Decke Oberlichter angebracht, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Zur Heizung des Schuppens ist eine in unserer Quelle[49] specieller beschriebene Dampfheizung und zur Erzeugung des Dampfes ein Henschel'scher Röhrenkessel angelegt. Die Kosten des Schuppens haben betragen per □m überdachte Grundfläche 21 Thlr. = 63 Mk. Die Kosten der Heizungsanlage und des Kesselhauses rund 5500 Thlr. oder per cm des zu beheizenden Raumes 25 Sgr. = 2 Mk. 50 Pf.

§ 71. Erleuchtung und Erwärmung der Werkstätteräume. — Die Frage

> »Welche Art der Erleuchtung und Erwärmung für die grösseren Reparaturwerkräume ist als die zweckmässigste befunden worden?«

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

> »Für Erleuchtung der Werkstatträume, auch von kleineren Dimensionen, wird Gas unter Anwendung von Schlauchlampen für die einzelnen Arbeitsstellen empfohlen.«
>
> »Für die Erwärmung der Werkstatträume eignet sich vorzugsweise Dampfheizung mit Benutzung des von der Dampfmaschine verbrauchten Dampfes. Jedoch hat unter Umständen auch die Heizung mit zweckmässig construirten Oefen befriedigt.«

§ 72. Sägeförmige Dachconstruction der Werkstättegebäude. — Ausser den angeführten Constructionen der Ueberdachung der Werkstättenräume eignet sich

[49] Zeitschr. für Bauwesen, Jahrgang XV, 1865, p. 121.

noch ganz besonders die der Sägedächer, welche wir bereits bei der Besprechung des Locomotivschuppens § 59 erwähnt haben. Diese Construction ist bereits vielfach zur Ausführung gekommen, zunächst z. B. bei einem Wagenreparatur- und Lackirschuppen auf dem Bahnhofe zu Hannover, ferner bei grösseren Reparaturwerkstätten auf dem Bahnhofe der preussischen Ostbahn zu Berlin, und hat überall da die günstigsten Resultate ergeben, wo die Aufstellung von Säulen oder Ständern im Innern des Schuppens nicht hinderlich ist.

Fig. 7, Tafel LI zeigt den Grundriss, Fig. 8 den Längen- und Fig. 9 den Querdurchschnitt zu einem für den Centralbahnhof zu Breslau projectirten Schuppen zur Wagenrevision.

In demselben sollen gleichzeitig 100 Wagen aufgestellt, und an denselben die Revisionen sowohl wie die kleinen Reparaturen vorgenommen werden.

Behufs grosser Reparaturen werden andere Schuppen in ähnlicher Construction mit dem vorstehenden und den sonstigen zu einer vollständigen Wagenreparaturwerkstatt erforderlichen Bautheilen in Verbindung gebracht.

Der Revisionsschuppen erhält an der Bahnseite, auf welcher die Wagen einund ausgebracht werden sollen, im Grundriss Abtreppungen, durch welche jede einzelne der 4 projectirten Schiebebühnen unabhängig durch ein besonderes Gleis zugänglich gemacht ist. Die die Gleise verbindenden Weichenstrassen sind so angeordnet, dass die einzubringenden Wagen auf anderen Gleisen sich bewegen als die auszubringenden, so dass Stockungen nicht eintreten können.

Die an der Bahnseite abgeschnittenen Nebenräume dienen zur Anlage von Schmieden, Bureaus für die Werkführer, kleinen Magazinen etc.; zur Ausführung der sonstigen Arbeiten sollen Werkzeugmaschinen, Hobelbänke und Werkbänke im Schuppenraum selbst um die Säulen herum aufgestellt und angebracht werden, und sind die Gleise zu diesem Zwecke mit einem Abstande von $5^{m},65$ v. M. zu M. angelegt.

Aus Ersparungsrücksicht erschien es statthaft, statt der eisernen Säulen zur Unterstützung der Dächer Holzständer, und statt der eisernen Dachrinnen Holzträger mit darauf liegenden Zinkrinnen zur Anwendung zu bringen. Die Rinnen liegen in Holzkästen und sind zur Verhinderung des Verstopfens durch Schnee etc. oberhalb mit um Scharniere drehbare Deckbretter abgedeckt. Mit Rücksicht auf die Temperaturänderungen sind sie — der Länge nach aus einzelnen Theilen hergestellt und diese der Art mit einander verbunden, dass der Zink sich frei ausdehnen und zusammenziehen kann.

Die Enden jedes Theiles liegen etwa 26^{mm} höher als die Mitte, woselbst die Abfallrohre angebracht sind.

Um das Arbeiten unter den Wagen zu erleichtern, sind in sämmtlichen Gleisen gemauerte Gruben von 0,77 bis 0,9 Meter Tiefe angelegt.

Der Fussboden des Schuppens sollte aus 52^{mm} starken Bohlen von Eichenholz auf eichenen Lagerhölzern hergestellt[50]) und die nicht zu verglasenden Theile der Dachflächen mit Schiefer eingedeckt werden. Die Dächer über den Schiebebühnen erhalten in der Mitte Verglasung. Die Binder derselben sind nach dem Polonceau'schen Systeme und als Pfettenträger construirt.

§ 73. Grösse der verschiedenen Räume. — Allgemeines lässt sich über die

---

[50]) Auf dem Strassburger Bahnhofe in Paris hat man in den Werkstätten Klotzpflaster hergestellt, welches nicht mehr als etwa 1 Thlr. 2½ Sgr. (3 Mk. 25 Pf.) pro □Meter gekostet haben soll.

Grösse der verschiedenen Räume nicht angeben. Man wird in jedem einzelnen Falle dieserhalb Ermittelungen anstellen müssen, welche mehr oder weniger auf unsichern Voraussetzungen beruhen und deshalb auch sichere Anhaltspunkte nicht gewähren können. Wir übergehen es deshalb, darauf näher einzugehen und verweisen dieserhalb z. B. auf die Mittheilungen von v. Kaven's Eisenbahnbau, zweiter Abschnitt. Ausgeführte Muster und specielles Studium aller einschlagenden Verhältnisse wird bei Aufstellung neuer Projecte am besten zum Ziele führen, und mit neuen Gesichtspunkten auch zweckentsprechende neue Schöpfungen an Stelle schablonenmässigen Copirens treten lassen.

XI. Wärterbuden und Wärterhäuser, sowie Wohngebäude für niedere Eisenbahnbeamte.

§ 74. Bahnwärterwachtlocale. — Wenngleich es im Interesse der Bahnbewachung und Unterhaltung wünschenswerth ist, allen niederen Eisenbahnbeamten in der Nähe ihrer Dienststelle Familienwohnungen zu geben, welche ihnen gestatten, unausgesetzt in unmittelbarer Nähe der Plätze zu verbleiben, an welchen sie der Dienst fordert, so muss doch aus pecuniären Rücksichten häufig davon Abstand genommen werden. Bahnwärter, Weichensteller, Wegeübergangswärter erhalten dann nur Wachtlocale, in denen sie während der Dienstruhe Aufenthalt nehmen können, kleine Gebäude, welche entweder massiv oder von Holz hergerichtet werden. Die Vertheilung der Wachtlocale auf der Bahnlinie erfordert genaue Prüfung und sorgfältiges Erforschen der dienstlichen und localen Verhältnisse, wobei Rücksichten auf die Mittel der Ueberwachung und Unterhaltung der Bahn und den in Frage kommenden verhältnissmässig bedeutenden Kostenaufwand zu nehmen sind.

Die Wärterbuden tragen ausserhalb eine grosse Nummerzahl und die Wärtercontroltafeln, von denen bereits im X. Cap. § 28 die Rede gewesen ist.

Die Wärter erhalten von der Administration eine bestimmte Anzahl von Geräthen, für welche sie verantwortlich sind, und welche zur Unterhaltung und Bewachung der Bahn dienen. Das Wachtlocal muss so gross bemessen sein, dass diese Gegenstände darin aufbewahrt werden können. Ausserdem ist ein Ofen und ein Tisch zum Schreiben Erforderniss.

Goschler hält für die Wachtlocale eine innere Grösse von $1^m,55$ der Breite und $2^m,05$ der Länge, $2^m,30$ der Höhe an der Traufe und $2^m,50$ im First allen Bedürfnissen entsprechend. Zur Aufbewahrung der Geräthe erhalten die Locale einen Kasten, dessen Deckel als Sitzbank dient; ausserdem einen Tisch mit einer Schublade, um Papier und Tinte etc. zu placiren, ein anderes Tischbrett an der Wand oberhalb, um Effecten etc. niederzulegen.

Der Preis einer solchen Wachtbude, in Holz ausgeführt und angestrichen beträgt excl. Ofen circa 82 Thlr. oder 35 Thlr. = 105 Mk. pro $\square^m$ der bedeckten Grundfläche. Mit Rücksicht auf den provisorischen Charakter der Buden und darauf, dass der Wärter nur vorübergehend ein Unterkommen darin hat, erscheint die Ausführung in Holz gerechtfertigt.

Insbesondere ist es zu empfehlen, die Wachtlocale auf Bahnhöfen für Weichensteller von Holz und transportabel einzurichten, weil deren Stellung häufige Veränderungen erleidet.

Die hölzernen Wachtbuden der Bergisch-Märkischen Eisenbahn sind transportabel im Aeusseren in $2^m,82$ Länge, $2^m,1$ Breite ausgeführt, erhalten der Wärme wegen

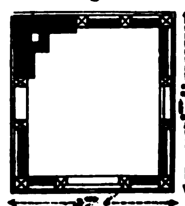
innere und äussere Verschalung und Ausfüllung des Zwischenraums mit Lohe, Anstrich mit Oelfarbe und Zinkbedachung. Die Kosten der Herstellung derselben betragen $137\frac{1}{2}$ Thlr. = $412\frac{1}{2}$ Mk. excl. des Ofens.

Die Buden der Berlin-Görlitzer Eisenbahn sind von ausgemauertem Fachwerk erbaut; ihre äussere Breite beträgt $2^m,5$, ihre Länge $2^m,82$, die Dachbedeckung besteht aus Schiefer. (Siehe Fig. 55 die Ansicht, Fig. 56 den Grundriss derselben.)

Fig. 55.



Fig. 56.



Wenn für die Bude eine gesicherte Stellung vorhanden ist, so errichtet man vortheilhaft an Stelle der hölzernen eine massive, welche auch zum nächtlichen Aufenthalt eines einzelnen Mannes dienen kann. Die massiven Buden sind insbesonders, mit Rücksicht auf die Unterhaltung, vortheilhafter als die hölzernen; auch gewähren sie den Beamten mehr Schutz gegen Hitze und Kälte.

In Hannover erhalten massive Wachtlocale $3^m,20$ im Quadrat Grösse. Die Mauern werden von 1 Backsteinstärke mit einem hohlen Zwischenraume von $0^m,07$ aufgeführt, der Eingang ist mit Doppelthür versehen. Zwischen den beiden Thüren befindet sich ein Gerätheraum, ein Schrank und eine Leiter, welche auf einen kleinen Dachboden führt, auf welchem das Feuerungsmaterial aufbewahrt wird.

Fig. 57.



Fig. 58.

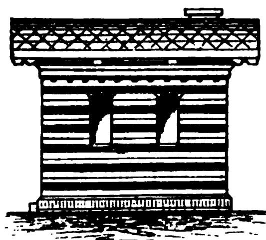
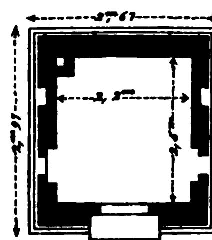


Fig. 59.



Die massiven Wachtlocale der Berlin-Görlitzer Bahn (siehe Fig. 57 und 58 in den Ansichten und Fig. 59 im Grundriss) haben ebenfalls 1 Backstein starke Mauern, sind $2^m,5$ lang, $2^m,2$ breit im Lichten und erhalten einen gemauerten Schornstein und Schieferbedachung.

Die Wachtlocale der Preussischen Ostbahn haben im Lichten $2^m,2$ Länge und $2^m,03$ Breite.

In Süddeutschland hat man es für nothwendig gehalten, ausser dem Aufenthaltsraume, den Wärtern noch einen Abort und Magazinraum zu geben.

Die Dimensionen derartiger Gebäude sind die folgenden:

Hauptzimmer $3^m,60$ in der Länge, $2^m,85$ Breite, $2^m,70$ Höhe,

Anbau . . . $1^m,80$ - - - $2^m,85$ - $2^m,70$ -

Die bebaute Grundfläche beträgt 15□m, und die Kosten belaufen sich bei 13 Thlr = 39 Mk. pro □m auf 200 Thlr. = 600 Mk.

Neuerdings hat die Dampfkesselfabrik von E. **Willmann** in Dortmund eiserne Wärterbuden ausgeführt, welche auf der Anhaltischen, Elsass-Lothringischen und Rheinischen Eisenbahn probeweise Eingang und Beifall gefunden haben. Dieselben sind im Grundriss kreisrund von 2m,1 Durchmesser, fast ganz aus Schmiedeeisen, von einem Gesammtgewicht von 1100 Kilogr. und kosten franco Waggon loco Dortmund 530 Mark.[51]

§ 75. Wärterwohngebäude. — Je wichtiger der Dienst eines Postens wird, desto nothwendiger wird es, an denselben einen verheiratheten Beamten zu stellen und demselben in der Nähe eine Dienstwohnung zu geben.

Die Construction dieser Wohngebäude ist sehr verschieden und nach Maassgabe der Grösse variirt der Preis derselben von 1000—1800 Thlr. = 3000—5400 Mk.

Der Architect ist oft versucht, dem Aeussern dieser Gebäude architectonische Ausstattung durch Details in Stein oder Holz zu geben. Da dies indess ohne Preiserhöhung nicht möglich ist und die Unterhaltung erschwert wird, so ist bei den noch zu berücksichtigenden bedeutenden und gerechten Anforderungen im Interesse der armen Classe dieser Beamten lieber davon Abstand zu nehmen und die einfachste Ausführung geboten, damit die vorhandenen, meistens sparsamen Mittel geschont und so vortheilhaft und rationell wie möglich verwandt werden können.

Das Wachtlocal, welches nicht allein für den Wärter, sondern auch für den Ablöser, resp. durchgehenden Ablöser zu dienen hat, und deshalb nicht als ein Theil der Wohnung des Wärters angesehen werden darf, enthält entweder auch fernerhin eine isolirte Stellung, oder wenn die Stellung des Wohngebäudes bezüglich des Dienstes dies gestattet, so erscheint es als Anbau an demselben, welcher an der Bahnseite und so placirt werden muss, dass vom Wachtlocale aus die Bahn nach beiden Richtungen übersehen werden kann.

Die Grösse der Wärterwohnungen soll nicht zu gering bemessen sein, damit die Wärter nicht gezwungen sind, durch Anhängsel dieselben zu vergrössern, welche gewöhnlich in Holz mit Strohdeckung in sehr unschöner Weise hergerichtet werden, und der Feuergefährlichkeit wegen verboten werden sollten.

Auf Norddeutschen Bahnen führt man auch diese Gebäude häufig mit gutem Erfolge mit hohlen Umfassungsmauern aus, wobei jedoch grosse Sorgfalt darauf zu legen ist, dass die Fugen beim Mauern mit Mörtel gehörig angefüllt werden. Andernfalls erreicht man das Gegentheil von dem, was man beabsichtigte, nämlich undichte Mauern und kalte Wohnräume.

Auf den Bayerischen Bahnen sind derartige Gebäude in Pisébau und mit sogenannten Rasendächern zur Ausführung gekommen, jedoch mit zweifelhaftem Erfolge.

Bei der Schwierigkeit der Unterhaltung derselben verdient die Verwendung von durchaus soliden und haltbaren Materialien den Vorzug; Fachwerksbau ist thunlichst zu vermeiden. Als Dachdeckungsmaterial ist der Dachziegel oder Schiefer zu empfehlen, Dachpappe dagegen zu vermeiden, weil sie nicht billiger ist als z. B. Dachziegel, und der steten Beaufsichtigung und regelmässigen Erneuerung des Theeranstrichs bedarf, wenn sie sich bewähren soll.

---

[51] Siehe Musterconstructionen für Eisenbahn-Bau, von **Heusinger von Waldegg**. 1. Band. 2. Liefg.

Oekonomisch vortheilhaft und zweckmässig angeordnet erscheint das Bahnwärter-Wohngebäude, welches im Grundriss Fig. 60 und in der Ansicht Fig. 61 gezeichnet, auf der Berlin-Görlitzer Eisenbahn zur Ausführung gekommen ist. Dasselbe enthält über dem Erdgeschoss noch ein Halbgeschoss mit einer Kammer und Bodenraum; im Erdgeschoss eine Stube *c* von 4^m,7 Länge, 3^m,45 Breite, eine Kammer *d* von 3^m,29 Länge und 2^m,5 Breite, einen kleinen Flur *a* mit Treppe, eine Küche *b* von 2^m,4 Länge und 1^m,93 Breite, endlich in einem Anbau Stallung *e* für eine Kuh und Schweine und einen von aussen zugänglichen Abort *g*. Das Erdgeschoss ist massiv, das Halbgeschoss dagegen in Fachwerksbau ausgeführt. Ein Kellerraum ist nicht vorhanden.

Den Principien für die Errichtung von Wohngebäuden für niedere Eisenbahnbeamte, welche im vorigen Capitel p. 660 mitgetheilt wurden, sind in unserer Quelle (Zeitschr. f. Bauwesen 1867, p. 175) verschiedene Beispiele von solchen Wohngebäuden beigefügt, deren wir die folgenden entlehnen:

Bahnwärterwohnhaus nebst Bude der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn Tafel LII, Fig. 2 im Grundriss, Fig. 1 in der Façade.

Fig. 60.

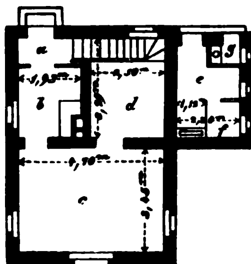
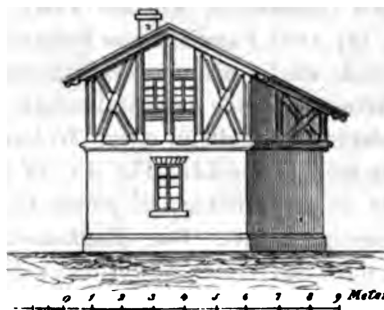


Fig. 61.



Das Gebäude entspricht insofern nicht den Bedürfnissen, als die Wohnstube zu klein und nur mit Rücksicht auf den besonderen Dienstraum, sowie auf den Bodenraum allenfalls für ausreichend zu halten ist. Der Raum unter der Küche und dem Flur ist unterkellert und mit einer Balkendecke versehen.

Die Gebäude sind massiv, geputzt und mit Höxter Platten abgedeckt, normal gegen die Bahnrichtung mit der Bude an der Bahnseite so gelegen, dass von derselben die Bahn nach beiden Seiten übersehen werden kann.

Ausschliesslich der Erdarbeiten und der Kosten für Ausrüstung und Bauleitung haben die Baukosten eines Gebäudes durchschnittlich 1200 Thlr. = 3600 Mk., mithin pro Quadratmeter bebaute Grundfläche ca. 17 Thlr. = 51 Mk. betragen.

§ 76. Familienwohnungen für mehrere Bahnbedienstete. — Wärterwohnung für zwei Familien auf der Berlin-Hamburger Bahn Tafel LII, Fig. 5 Grundriss, Fig. 3 und 4 Façaden.

Bei dieser Anlage ist die Trennung beider Familien in nachahmungswerther Weise erfolgt. Jede Wohnung besteht aus Wohnstube, Küche und 2 Kammern nebst Keller und Bodenraum. Ausserdem ist ein Requisitenraum vorhanden. Die Kosten des Wohnhauses betragen 4800 Mk., also pro Wohnung 2400 Mk. Die Ställe befinden sich in einem besonderen Nebengebäude.

Wohnhaus für vier Familien in Hagenow an der Berlin-Hamburger Eisenbahn, Tafel LII, Fig 7 im Grundriss und Fig. 6 in der Ansicht. Den räumlichen Be-

dürfnissen ist im Allgemeinen entsprochen, als unzweckmässig wird bezeichnet, dass je zwei Wohnungen einen gemeinschaftlichen Flur- und Treppenraum haben, und dass der Zugang zu den Stuben durch die Küche führt.

Die Herstellungskosten haben sich auf 4300 Thaler = 12,900 Mk., also pro Wohnung auf 1075 Thaler = 3225 Mk. belaufen. Die erforderlichen Ställe sind in einem besonderen Nebengebäude untergebracht.

Familienwohnhaus auf Bahnhof Erkner der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Tafel LII, Fig. 18 im Grundriss und Fig. 17 in der Ansicht, zeigt compendiöse nachahmungswerthe Anlage, der nur die vorhin erwähnten Vorwürfe gemacht werden können. Das Gebäude enthält im Erdgeschoss zwei Wohnungen für Weichensteller, das erste Geschoss, welches wie das Erdgeschoss eingetheilt ist, dürfte zweckmässig zwei Wohnungen für Bahnwärter enthalten, ist jedoch in anderer Weise benutzt. Die Baukosten dieses Gebäudes haben betragen 4200 Thaler = 12,600 Mk., also pro Wohnung 1050 Thaler und pro Quadratmeter bebaute Grundfläche circa 33 Thlr. = 99 Mk.

Bahnwärterwohnhaus mit Dienstlocal der Berlin-Cüstriner Eisenbahn, Tafel LII, Fig. 10 und 11 ein Grundriss und eine Ansicht, welche neuerdings auch auf der Hannoverschen Staatsbahn, wie auf Tafel LII, Fig. 13 im Grundriss und Fig 12 in der Façade, für zwei Familien von Bahnwärtern oder Weichenstellern zur Ausführung gekommen sind, dürfte als mustergiltig empfohlen werden. Die Baukosten betragen für ein einfaches Gebäude mit Stallanbau und Brunnen etwa 3600 Mk.

Wohnhaus, enthaltend zwei Wohnungen für Postbeamte, Bahnmeister oder Stationsassistenten, Tafel LII, Fig. 14, 15 und 16 zwei Grundrisse und eine Ansicht. Das Gebäude ist zweistöckig, in jedem Geschoss liegt eine Wohnung, welche ihren eigenen Eingang erhält. Die Baukosten haben betragen etwa 3400 Thaler = 10,200 Mk., dazu die Kosten des erforderlichen Stallgebäudes mit Abtritten 325 Thaler = 975 Mk.

Das Gebäude bei Ausführung eines Geschosses als Wohnung für einen Bahnmeister oder Assistenten kostete 2250 Thaler = 6750 Mk., dazu das Stallgebäude 250 Thaler = 750 Mk.

Die Bahnmeisterwohnungen an der Oberschlesischen Bahn kosteten je zwei in einem Gebäude vereint 4256 Thaler = 12,768 Mk., das Stallgebäude dazu 344 Thaler = 1032 Mk.

Die Bahnwärterwohngebäude der Lyoner Eisenbahn sind 5^m breit, 8^m lang, enthalten also 40 Quadratmeter bebaute Grundfläche; im ersten Geschoss eine Stube, zugleich Küche und eine Kammer; in einem Kniestock eine Kammer und einen Bodenraum.

Die Bahnwärterwohngebäude der Chemin de fer du midi enthalten 42.5 Quadratmeter bebaute Grundfläche und kosten 2960 Fr. = 2368 Mk. oder per Quadratmeter Grundfläche 69 Fr. 11 C. = 55.7 Mk.

Die Wohngebäude der Chemin de fer de l'ouest sind 9^m lang, $5^m.88$ breit und kosten mit Kniestock 5700 Fr. = 4560 Mk., ohne Kniestock 4334 Fr. = 3467.2 Mk.

Von den Bahnwärterwohngebäuden der französischen Ostbahn geben die Grundrisse Fig. 62 und Fig. 63 p. 805 Beispiele.[32] Das erste enthält im Erdgeschoss drei Piecen mit einem Backofen oder kleinen Kellerraum als Anbau an dem

[32] Perdonnet, Traité élém. du Ch. de fer, 2 Band, p. 18[illegible]

Hauptgebäude über dem Erdgeschosse befindet sich ein mit Leiter zu ersteigender Bodenraum. Die bebaute Grundfläche beträgt 54,56 Quadratmeter.

Das zweite, Fig. 63, enthält zwei Geschosse, von denen das Erdgeschoss ausser einem Zimmer, dem Backofen und Kellerraume noch ein Magazin, das erste Geschoss zwei Schlafräume über dem letzten Gebäudetheile enthält. Die Kosten dieses Gebäudes haben betragen 800—880 Thaler = 2400—2640 Mk., dürften jedoch heutzutage sich höher stellen.

Wohngebäude für Wärter zur Bewachung von städtischen Wegeübergängen im Niveau sind daselbst, wie Fig. 64 im Grundriss zeigt, ausgeführt. Die Dimensionen sind grösser, und im Erdgeschoss enthalten diese Gebäude einen Raum mehr; die Kosten sollen 933—1060 Thaler = 2799—3180 Mk. betragen haben.

Schliesslich theilen wir noch in den Fig. 8 und 9, Tafel LII den Grundriss und die Ansicht eines Wohngebäudes mit für einen Bahnhofsaufseher auf dem Trennungsbahnhofe zu Lehrte vom Baurath Hase.[53])

Fig. 62.

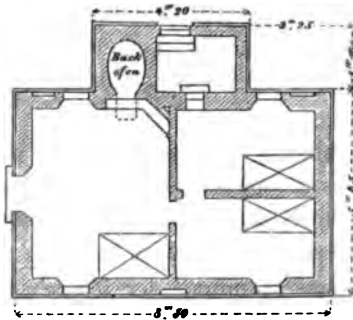


Fig. 63.

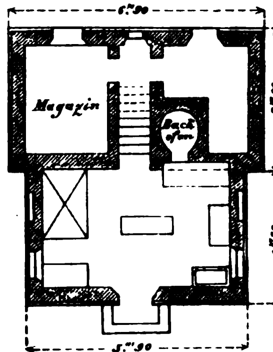
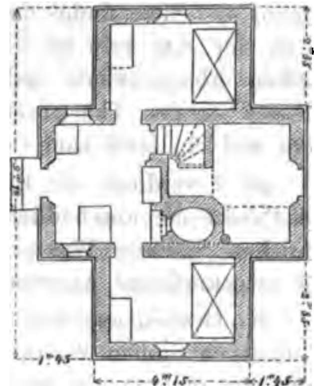


Fig. 64.



Dieses Gebäude wurde mit besonderer Rücksicht auf die Anlage von Kellern für sämmtliche auf dem Inselbahnhofe wohnende Beamte erbaut, da unter dem Hauptgebäude, dessen Höhenlage durch die Schienengestänge bedingt ist, des hohen Grundwassers wegen, Keller nicht wohl angelegt werden konnten, wodurch der in der Façade ersichtliche hohe Unterbau sich erklärt.

Dasselbe ist im Rohbau mit Schieferbedachung hergestellt; ebenso die sich daran reihenden Stallungen, Aborte und die Waschküche für die Bahnhofsbewohner.

Der durch diese Baulichkeiten und eine Mauer eingeschlossene Platz dient als Oekonomiehof. Obwohl man bei dem Entwurfe der Anlage sich auf das äusserste Bedürfniss beschränkte und andere architectonische Mittel, als welche aus der Gruppirung hervorgegangen sind, nicht aufgewandt hat, so ist dennoch ein entsprechend gefälliges Aeussere erreicht.

XII. Retiradengebäude.

§ 77. Bei **Anlage der Aborte** und Pissoirs kommt es besonders darauf an:

1. durch die Einrichtung der Aufrechthaltung der nöthigen Reinlichkeit Vorschub zu leisten und

---

[53]) Notizblatt des Architecten- und Ingenieurvereins zu Hannover, Band I, p. 251.

2. den nachtheiligen und üblen Geruch möglichst zu beseitigen.

ad 1 müssen die Räume für die Anlage der Aborte und Pissoirs reichlich geräumig bemessen sein und es muss für Licht und gute Beleuchtung in allen Winkeln Sorge getragen werden, um die erforderliche Reinlichkeit aufrecht erhalten zu können.

Aborte sowohl wie Pissoirs sind vollständig zu überdachen, wobei durch mit Jalousien versehene Oeffnungen, die so angebracht sind, dass eine Luftströmung in dem Raume erzeugt werden kann, für Lüftung in genügendem Maasse gesorgt werden muss. Die Dachflächen sind wegen der directen Beleuchtung zweckmässig theilweise mit Glastafeln einzudecken und dadurch Fenster in den Umfassungswänden zu vermeiden.

Der Fussboden ist mit Asphalt, Cement oder einem Steinmaterial zu belegen, welches Feuchtigkeit nicht eindringen lässt.

Die inneren Wandflächen sind möglichst sauber in Rohbau oder mit Cementputz herzustellen und im letzteren Falle am besten mit heller Oelfarbe anzustreichen.

Die Sitze sind mit einem hellfarbigen Lackanstrich zu versehen. Die Verunreinigung der Sitze findet dann am häufigsten statt, wenn nicht deutlich zu erkennen ist, ob der Sitz rein ist. Haken zum Aufhängen von Röcken und Mänteln in den einzelnen Abortsräumen helfen einem wesentlichen Bedürfniss der Reisenden ab, Schlösser an den Thüren sind überflüssig und Schubriegel oder Ueberfallhaken im Innern und ein Griff zum Oeffnen aussen zu empfehlen.

ad 2 verdient die Einrichtung der Waterclosets überall da den Vorzug, wo durch Canäle die unschädliche Abführung der Auswurfsstoffe möglich ist und zu einer reichlichen Spülung Wasser zu Gebote steht. Jedoch kann auch im anderen Falle durch zweckmässige Anordnung der Gruben etc. Vieles erreicht werden.

Wo Gruben angelegt werden, ist auf eine möglichste Trennung der festen von den flüssigen Stoffen Werth zu legen und dafür zu sorgen, dass Spülwasser, Regenwasser etc. nicht in die Abortsgrube geleitet wird, um den Eintritt der fauligen Gährung in den Gruben, welche eher eintritt, wenn Flüssigkeit mit den Fäces verbunden bleibt, möglichst zu verhüten.

Will man den Geruch beseitigen, so muss die Abortsgrube desinficirt oder ventilirt werden. Da jedoch Beides erfahrungsmässig mit Erfolg sehr schwer zu erreichen, letzteres häufig nur durch künstliche Heizung möglich ist, so empfiehlt es sich sehr, die Luft in der Grube durch vollständigen Abschluss von der äusseren Luft stagnirend zu machen und zu bewirken, dass die sich in der Grube entwickelnden Gase daselbst verbleiben. Bei dieser Einrichtung hat die Trennung der flüssigen Theile von den festen insofern noch Bedeutung, als dadurch die Ausräumung der Gruben erleichtert wird, indem die flüssigen Theile ohne Umstände nach Bedürfniss ausgepumpt werden können, und das Ausbringen der festen Bestandtheile in grösseren Zeitintervallen von mindestens einem Jahre geschehen kann. Wenn für Räumung der Grube die bekannten, in grösseren Städten vielfach im Gebrauch befindlichen, Saugapparate zu Gebote stehen und mit diesen die Gruben entleert werden sollen, so sind die flüssigen von den festen Theilen nicht zu trennen, und ist dann nur eine Grube anzulegen.

Die Trennung durch Einrichtung in dem Falltrichter zu bewirken, hat selten den Zweck err[illegible]ssen. Zu empfehlen ist die Anlage von zwei Gruben, von denen die [illegible] andere gelegen, zur Aufnahme der flüssigen Theile bestim[illegible] wasserdicht herzustellen. Der Boden der ersten ent-h[illegible]t ablaufen zu lassen, und die festen Stoffe werden

mittelst durchlässigen Mauerwerks, oder auch Eisensieben in Cylinderform (Fig. 65) zurückgehalten. Statt dessen wendet man mitunter Filtervorrichtungen von Dornenreis, Steingerölle, Drainröhren oder dergleichen an, jedoch mit mehr oder weniger gutem

Fig. 65.

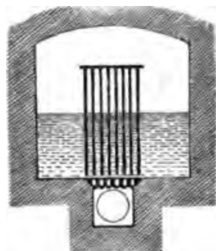


Fig. 66.

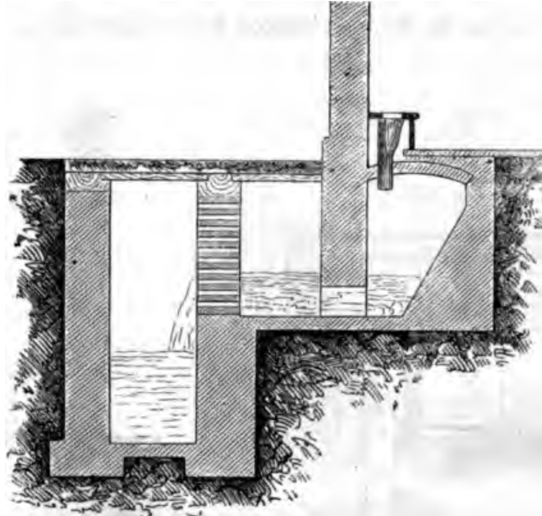
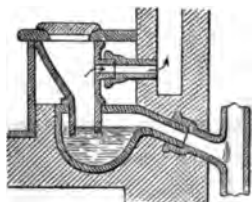


Fig. 67.

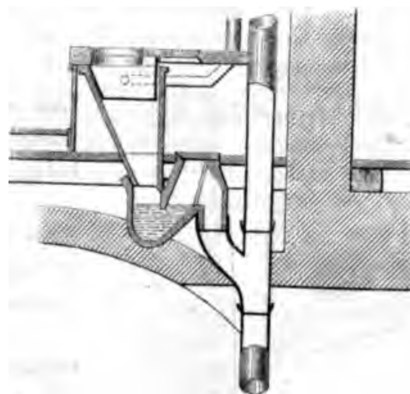


Erfolge. Zweckmässig ist es, das Filtrum so einzurichten, dass die Flüssigkeiten, auch wenn die Grube sich füllt, stets von der Oberfläche derselben ablaufen können.

Ein gutes Mittel, um den Geruch zu beschränken, besteht darin, einen möglichst kleinen Theil der Oberfläche der Grube mit der Aussenluft, resp. den Abortsräumen in Verbindung zu lassen.

Auf einfache Weise und mit Erfolg geschieht dies wie in Fig. 66 angegeben, wo eine schräge Rutschfläche und eine 22—30cm über dem Boden beginnende Trennungswand angebracht sind, welch' letztere einen luftdichten Abschluss bildet, sobald die Excremente bis zu dieser Höhe sich angesammelt haben.

Fig. 68.



Bei zeitweise zu ermöglichender Wasserspülung wird es sich empfehlen, unter dem Fallrohre eine um einen Zapfen drehbare Pfanne anzubringen, welche mittelst Gegengewicht balancirt, sich zur Entleerung öffnet und wieder schliesst. Auf der letzten Pariser Ausstellung waren Apparate dieser Art ausgestellt, bei denen die Drehzapfen aus Glasmasse hergestellt waren.

Gänzliche Trennung der Grube von den Abortsräumen erreicht man durch Einrichtungen wie in Fig. 67, 68, 69[54]) oder 70 [beide letztere Figuren siehe folg. Seite]

[54]) Fig. 69 vom Südbahnhof in Wien. Die Abtrittszellen sind unten mit Marmorplatten bekleidet. Die Sitze für Männer sind aus Steinplatten gebildet, im Fussboden ist vor den Sitzen ein geneigtes Gitter *b* angebracht, während die Marmorfussböden der Zellen der Oesterreichischen Staatsbahn Fig. 71 muldenförmig vertieft sind.

(Einrichtung von Werkstättenaborten auf der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, wobei der untere Theil des Fallrohres durch Eintauchung, oder Fig. 71 mit einem einfachen Knie versehen, abgeschlossen ist. Nach Fig. 67 und 68 wird der Trichter durch ein Rohr ventilirt, welches man wo möglich mit einem stets erwärmten Schornsteinrohre, wenn thunlich einem Küchenschornsteine in Verbindung bringt. Derartige Einrichtungen in Wohngebäuden haben sich als geruchlos bewährt.

Fig. 69.

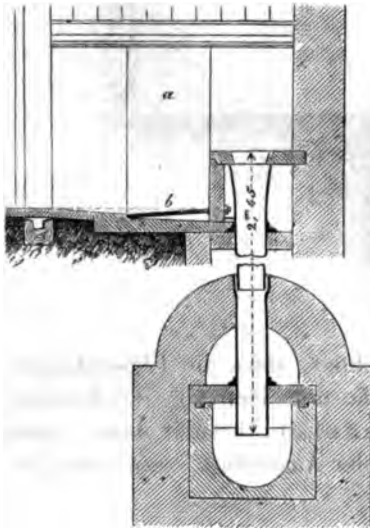


Fig. 70.

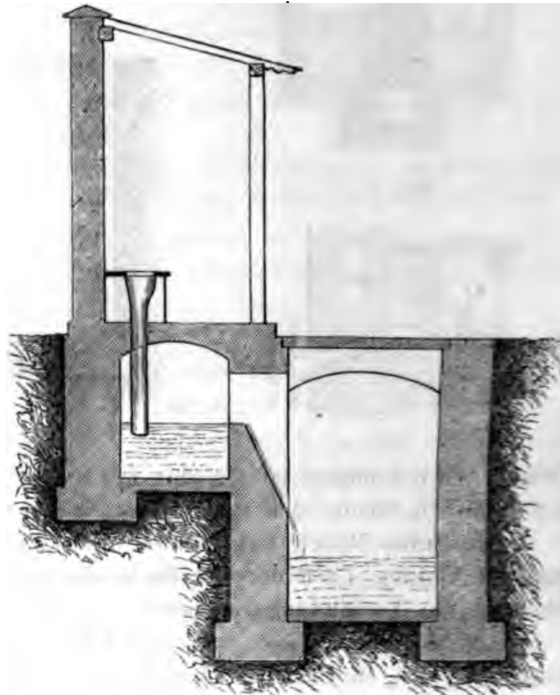
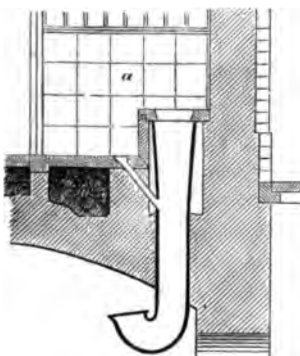


Fig. 71.



Der nothwendige Abschluss der Grube gegen äussere Luft wird dadurch erreicht, dass man die Gruben mit Gewölben oder mit in einem Schling gut passenden Bohlenbelag, worüber eine Erdschüttung kommt, abdeckt.

Die Ventilation der Grube durch einfache Dunstrohre zu bewirken, ist nicht zu empfehlen, da diese Röhren oft umgekehrt der Grube Luft zuführen, und dadurch Luftverpestung herbeiführen.

Die Abortstrichter sind von weissemaillirtem Gusseisen, weiss glassirtem Porzellan oder Steingut mit gerader Hinterwand herzustellen und in dem Abortsgewölbe dicht zu vermauern. Von den Systemen, bei welchen die Excremente in kurzen Zeitabschnitten beseitigt werden, wie z. B. beim Tonnensystem und dem Müller-Schür'schen System, und welche die Waterclosets an einigen Orten (sogar auch in England) verdrängen, dürfte sich das letztere, welches schon in einer grösseren Anzahl von Städten (Oldenburg, Göttingen, Hannover etc.) in der einfachsten Weise und mit dem günstigsten Erfolge in Anwendung gebracht ist, zu Versuchen, insbesondere im Innern der

Empfangsgebäude in den Cabinets für Damen und für Dienstwohnungen empfehlen. Es können dadurch in Dienstwohnungen Aushülfsmittel vermieden werden, welche häufig mehr Unzuträglichkeiten im Gefolge haben, als gute Abortsanlagen.

Um das Stehen auf den Sitzen zu verhüten, werden dieselben oben rund und ganz freistehend oder, wie in Fig. 73 im Grundriss und Fig. 72 im Durchschnitt gezeichnet ist, halbrund angeordnet, mit schrägen Seitentheilen. Diese Einrichtung ist auf der Preussischen Ostbahn vielfach mit gutem Erfolge zur Ausführung gekommen.

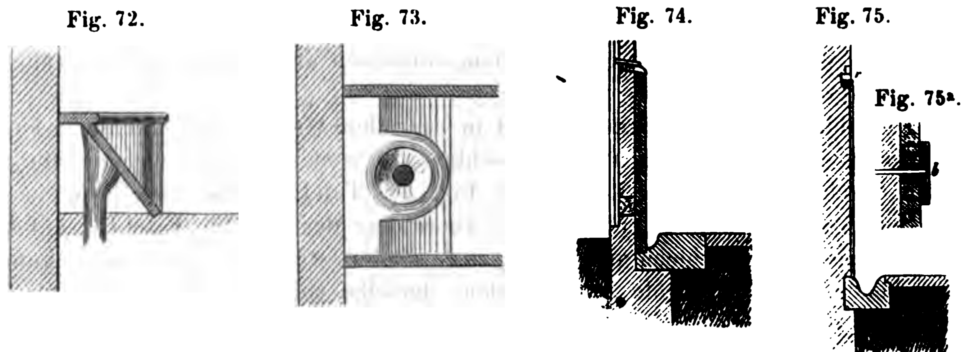


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75. Fig. 75a.

§ 78. Pissoirs. — Die Pissoirs sind ohne kräftige Wasserspülung bei starkem Verkehr nicht geruchlos zu erhalten. Zweckmässig ist es (Fig. 74 und 75[55]) sowie Tafel LII, Fig. 19—23), die Rinnen mit starkem Längsgefälle in dem Fussboden versenkt anzulegen aus Sandstein, Marmor oder mit Asphalt bedeckten Ziegelsteinen, mit möglichst glatter Oberfläche und die Seiten und Rückwände der einzelnen Pissoirstände entweder von Schiefer oder Rohglasplatten in entsprechender Stärke herzustellen.

---

[55]) Siehe auch deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1868, p. 433 und folgende. — Fig. 74 von der Main-Weserbahn ohne Abtheilungswände; die Urinrinne und Rückwand bestehen aus geschliffenem Sandstein. Fig. 75 und 75a von der Kaiser Ferdinands-Nordbahn (Nordbahnhof in Wien) ohne Abtheilungswände; die Rückwand ist aus Glasplatten von 11mm Stärke, 0m,65 Breite und 1m,8 Höhe hergestellt. Oberhalb dieser Platten ist an der Wand eine Rinne aus Zinkblech angebracht, die durch Zuflussrohre mit Wasser gefüllt gehalten wird; das überfliessende Wasser reinigt die Glasplatten und die Urinrinne. Die Befestigung der Glasplatten an der Mauer ist aus Fig. 75a zu ersehen. Dieselben werden durch das eingemauerte Zinkblech *b*, welches mit Kitt hinterstrichen wird, festgehalten. Fig. 19, Tafel LII von der Badischen Staatsbahn (Bahnhof Carlsruhe). Die Abtheilungswände *d*, sowie die Rückwand *g*, die Urinrinne *e*, der Vorsatz *c* und die Fussplatten *f* sind aus Portland-Cement angefertigt. Die Stände sind 0m,75 im L. weit und durch 90mm starke und 0m,45 tiefe Scheidewände von einander getrennt. Der Vorsatz *c* ist in der Mitte jedes Standes mit einer Durchlassöffnung zur Ableitung des hinter derselben sich sammelnden Wassers versehen. Bei *f* sind erhöhte Fussplatten angebracht. Das Wasserzuflussrohr *r* ist nach unten siebartig durchlöchert. Fig. 20, Tafel LII von der Sächsischen östlichen Staatsbahn (Bahnhof Dresden). Die Rückwand *g* und der Vorsatz *c* bestehen aus 40mm starken Schieferplatten, die Abtheilungswände *d* aus Holz, die Urinrinne *e* und die cannelirte Fussplatte *f* sind von weissem Marmor und geschliffen. Ausser der Rückwand und Urinrinne werden die cannelirten Vertiefungen in den Fussplatten mit Wasser gespült. Fig. 21, Tafel LII von der Hannoverschen Staatsbahn. Die Rückwand *c* und die Abtheilungswände *d* bestehen aus Schiefer von 20mm Stärke, 1m,45 Höhe und 0m,58 Breite, mit 0m,70 bis 9m,85 weiten Ständen. Die Urinrinne besteht aus Sandstein oder Ziegelsteinmauerwerk mit einem glatten Asphaltüberzuge. Fig. 23, Tafel LII vom Südbahnhofe in Wien. Die Rückwand *e* besteht aus polirten Marmorplatten, der Fussboden aus Ziegelpflaster mit Asphaltschicht. Die Standorte sind durch Gitter *a* trocken gehalten.

Die Seitenplatten erhalten eine Höhe von 1m,25 bis 1m,56 und eine Breite von etwa 0m,6 und werden durch Einlassen in die Rinne und den Fussboden, sowie durch die zwischen dieselben sich legende Rückwandplatten befestigt.

Die Breite der Stände beträgt in der Regel nicht unter 0m,94. Zur Spülung wird, wo solche zu ermöglichen ist, an der Oberseite der Rückwand eine kleine horizontale Rinne (Fig. 75 und Fig. 19, Tafel LII) angebracht, und mit einer Wasserleitung (event. aus einem besonders anzulegenden, voll zu pumpenden Reservoir) in Verbindung gesetzt, oder es werden wenigstens die Dachrinnen-Fallrohre in die Pissoirrinne geleitet. Häufig werden mit gutem Erfolge in den Ständen noch besondere Urinbehälter von Porzellan oder emaillirtem Gusseisen angebracht und mit Spülvorrichtungen versehen.

Die ablaufenden Flüssigkeiten sind in besondere Gruben oder Canäle zu leiten, wobei die Einmündungen mit Wasserverschluss zu versehen sind, welcher am einfachsten durch ein gebogenes Rohr (siehe Fig. 21, Tafel LII) hergestellt wird.

Sehr empfehlenswerth erscheint die Anordnung der Fig. 22, Tafel LII auf belgischen Bahnen, in Zinkblech ausgeführt, insbesondere wegen der Gitterabdeckung *a* im Fussboden vor dem Stande, durch welche derselbe von Nässe frei gehalten wird, sowie durch das zweckmässig angeordnete Auffangeblech *b*.

§ 79. Beschlüsse der Techniker-Versammlung. — Die Frage:

»Welche Einrichtungen der Abtritte und Pissoirs auf den Bahnhöfen haben sich bewährt?«

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

Vor allen zu empfehlen sind Aborte und Pissoirs mit einer reichlichen Wasserspülung, die entweder selbstthätig wirkt, oder durch besonders beauftragte Angestellte in Thätigkeit gesetzt wird.

Ist eine solche Wasserspülung und damit im Zusammenhange eine zweckentsprechende Ableitung der Excremente nicht zu ermöglichen, so sind demnächst die Systeme der möglichst directen Abfuhr der Excremente allen anderen Einrichtungen vorzuziehen. Im Uebrigen empfehlen sich für die gewöhnlichen Abortsanlagen mit Sammelgruben folgende Einrichtungen:

a. Zur Trennung der flüssigen Theile von den festen sind zwei Gruben anzulegen, und ist eine entsprechende Einrichtung zur Separation in den höher anzulegenden Gruben für die festen Bestandtheile zu treffen.

b. Zur Herstellung möglichster Geruchlosigkeit erscheinen Ventilationsvorkehrungen nicht so zweckmässig, wie möglichst vollständige Trennung der Gruben von den Abortsräumen durch gekrümmte Röhren behufs der Wasserabschlüsse.

c. Aborte, bei welchen Verstopfungen in den Wasserabschlüssen zu befürchten sind (wie bei denen für grössere Eisenbahnwerkstätten), erhalten zweckmässig an den Trichtern keine Wasserabschlüsse.

d. Bei Anlagen von Pissoirs empfiehlt es sich, die Rinnen im Fussboden vertieft und mit recht starkem Gefälle anzulegen, desgl. einen trockenen Standort herzustellen, für die Rück- und Zwischen-

wände Schiefer- oder Rohglasplatten zu verwenden, und — wenn irgend möglich — für eine permanente oder zeitweise Spülung zu sorgen.

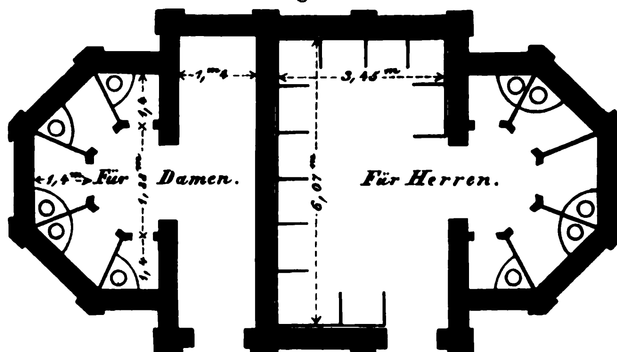
e. Aborte und Pissoirs sind sauber und luftig und durch gute Tages- oder sorgfältige Nachtbeleuchtung so hell anzulegen, dass das Publicum nicht aus Misstrauen zur Unreinlichkeit verleitet wird.

§ 80. **Freistehende Abortsgebäude** müssen deutlich sichtbar und leicht erkennbar in möglichster Nähe der haltenden Züge aufgestellt werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Berücksichtigung dieser Vorschrift bei grösseren Zwischenstationen, auf welchen alle Züge halten. Die Gebäude müssen so angelegt sein, dass sie sowohl vom Bahnhofsvorplatze, als auch vom Perron aus leicht zugänglich sind und der Perron abgeschlossen werden kann, ohne dass dadurch die Retiradenzugänge vom Vorplatze abgesperrt werden. Um dies in einfacher Weise zu erreichen, lässt man, wie bei der Niederschlesisch-Märkischen Bahn, zwischen dem Gebäude und der Perroneinfriedigung einen Zwischenraum, und öffnet, dem Gebäude gegenüber, die Perronabschlüsse nur zur Zeit des Haltens der Züge.

Von Abortsgebäuden für Zwischenstationen theilen wir auf Tafel LII, Fig. 24 und Fig. 25 das für die Stationen II. Classe der Berlin-Görlitzer Eisenbahn von dem Baumeister Orth projectirte mit. Dasselbe enthält ausser den Retiraden für die Reisenden auch noch drei Aborte für Beamte.

Fig. 76.



Die Umfassungsmauern sind in Backsteinrohbau ausgeführt und enthalten nur hochliegende Fenster. Das auf Tafel LII, Fig. 27 im Grundriss gezeichnete Gebäude dient für die kleinen Stationen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn; ein kleines massives Gebäude, in dessen Mitte vier Sitze im Kreise angeordnet sind, von denen zwei für Frauen, zwei für Männer dienen, mit einem Anbau *c* in halber Achteckform, in welchen Pissoirs liegen. Die Scheidewände der Aborte sind von Holz, eine ausserhalb liegende verdeckte Grubenöffnung *d* ermöglicht die Räumung der Grube. Die Lüftung des Gebäudes erfolgt durch oberhalb der Thüren rings um dasdelbe angebrachte Oeffnungen von $0^m,6$ Höhe und $0^m,3$ Breite.

Fig. 26, Tafel LII zeigt den Grundriss einer Retirade der Sächsisch-westlichen Staatsbahn, welche im Fachwerk mit Bretterverschalung hergestellt und durch vergitterte Oeffnungen über den Thüren gelüftet und beleuchtet wird. Fig. 76 zeigt den Grundriss der Retirade zu Frankfurt a. d. O. in zweckmässiger Anordnung, endlich Tafel LII, Fig. 28 den Grundriss einer Retirade der Bayerischen Ostbahn, welche

so angeordnet ist, dass sie insbesonders zur Aufstellung auf Inselperrons der Trennungsbahnhöfe geeignet erscheint.

Das Gebäude ist aus verschaltem Fachwerk mit vergitterten Luft- und Lichtöffnungen über den Thüren hergestellt.

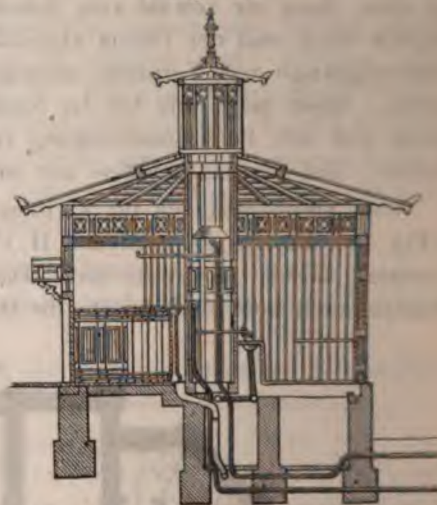
Die freistehenden Retiraden, insbesondere der Trennungsbahnhöfe, haben zu den mannigfaltigsten Formen Veranlassung gegeben, auf welche jedoch nicht näher eingegangen werden kann. Wir erwähnen nur eine Retirade auf dem Bahnhofe Minden von polygonaler Grundrissform mit in der Mitte liegenden, durch Oberlicht erhellten Pissoirs und ringförmig um dieselben angelegten Aborten.

Fig. 77.



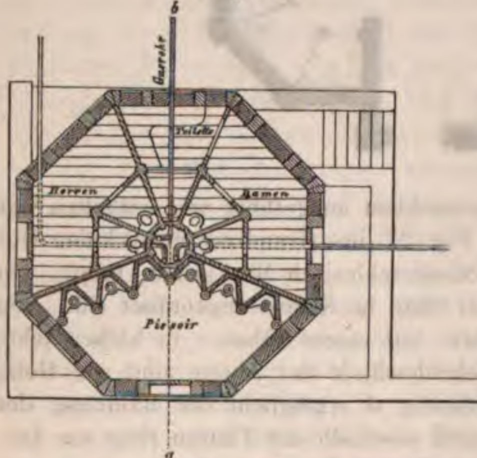
Ansicht.

Fig. 78.



Durchschnitt nach $a-b$ und Grundriss.

Fig. 79.



Grundriss.

Als sehr zweckmässig ist noch die Pavillon-Retirade auf dem Bahnhofe Potsdam Fig. 77, 78 und 79[56]) anzuführen. Dieselbe steht in unmittelbarer Verbindung mit dem Perron und dient insbesonders zur Benutzung für die Reisenden der Schnell- und Courierzüge. Auf den mit Porzellanbecken und polirten Sitzen eingerichteten Appartements findet eine Trennung der flüssigen von den festen Stoffen durch die Form der doppelten Trichter statt. Die Flüssigkeiten werden in mindestens zehnfacher Verdünnung in die Havel abgeleitet, die festen Stoffe in irdenen Töpfen gesammelt.

Das Pissoir der Damen ist gedielt, mit Nachtgeschirren und einem durch die Wasserleitung gespeisten Waschbecken ausgestattet.

---

[56]) Erbkam's Zeitschrift, Jahrg. XXI, p. 31.

Sämmtliche Abführungsanlagen etc. stehen mit dem Luftschacht in Verbindung, in welchem zur Verstärkung der Ventilation unten eine Gasflamme angebracht ist. Bei Dunkelheit brennt auf circa $7^1/_2$ Fuss Höhe über dem Fussboden eine zweite grosse Gasflamme im Luftschachte, welcher rings um diese Flamme Glasfenster erhalten hat, so dass jeder Sitz gehörig beleuchtet wird. Die Kosten des Pavillons haben betragen 2120 Thaler = 6360 Mark oder pro Quadratmeter 68 Thaler = 204 Mark.

Pissoirs, wie sie in Fig. 81 im Grundriss und Fig. 80 im Durchschnitt skizzirt sind, finden sich bei dem Bahnhof der Nordbahn in Paris in schöner Ausführung. Dasselbe bildet im Grundriss ein Fünfeck, entsprechend den darin befindlichen fünf Ständen, ist von Schmiedeeisen und Schieferplatten zusammengestellt, und die Ueberdachung, welche nach dem Mittelpunkte abfällt, besteht aus Eisenblech. Das Regenwasser dient zur Spülung. Die Stände sind im Uebrigen offen und luftig, und von einer Brustwehr umgeben, in welcher Doppelthüren angebracht sind, die sich nach beiden Richtungen öffnen lassen und selbstthätig schliessen.[57])

Fig. 80.

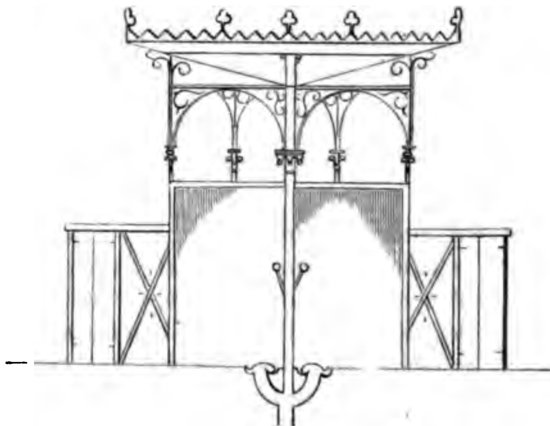
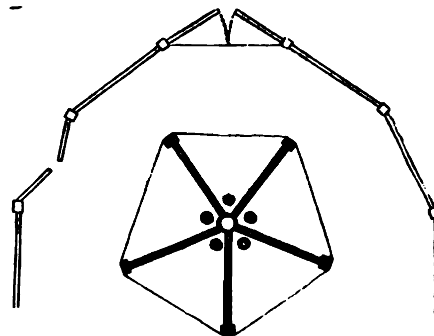


Fig. 81.



Die einfacheren Grundrisse verdienen insbesonders deshalb den Vorzug, weil dieselben meistens einfachere und kleinere Grubenanlagen ermöglichen und dadurch die Reinigung und Lüftung derselben erleichtert wird.

XIII. Nebengebäude.

§ 81. — Nach § 86 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen ist jeder Bahnhof mit den der Oertlichkeit entsprechenden Löschgeräthen zu versehen, und sind diese an einem bestimmten sicheren Platze aufzubewahren. Ferner sind Räume für Geräthschaften, Stallungen für Pferde, welche vortheilhaft theilweise den Rangirdienst auf den Bahnhöfen verrichten, Stallungen für Hausthiere (Kühe, Schweine, Ziege) der Beamten, welche in den Empfangsgebäuden Dienstwohnungen haben, Waschküchen und Räume zur Aufbewahrung von Feuerungsmaterial für dieselben, endlich Räume erforderlich zum Aufenthalte von Bahn-

57) Fabrikant derartiger Urinoirs ist Fourment, Nouille & Co., Boulevard du Prince Eugène 58, Paris.

hofsarbeitern, Beamten etc., falls im Empfangsgebäude dafür nicht Sorge getragen ist. Zur Befriedigung aller derartiger Bedürfnisse errichtet man Nebengebäude in entsprechender Entfernung von den Bahngleisen und verbindet häufig mit denselben kleine Oekonomiehöfe, wie z. B. Fig. 8 und 9, Tafel LII auf dem Bahnhofe Lehrte für die häuslichen Zwecke der Beamten, in denen auch der Brunnen mit Pumpe, Kehricht- und Düngergruben angelegt werden. Der Zugang zu dem Raume für die Löschgeräthe muss ausserhalb des Hofes liegen und ist zweckmässig mit einem fahrbaren Wege in Verbindung zu setzen. Zur Aufstellung einer Spritze und einiger Handspritzen genügt ein Raum von 3m,5—4m Breite und 5m,8 Länge.

Auf einigen französischen Bahnen (Westbahn) finden sich auf den grösseren Stationen oft zwei Nebengebäude, je eins an jeder Giebelseite des Empfangsgebäudes. In dem einen sind oft Räume, welche man gewöhnlich in das Hauptgebäude zu legen pflegt, z. B. Polizeilocal, Telegraph, Postbureau etc., im anderen Schaffnerzimmer, Lampenzimmer, Aborte und Pissoirs untergebracht. Die architectonische Behandlung der Nebengebäude fällt in den Bereich des allgemeinen Hochbauwesens und bietet, in Bezug auf specielle Eisenbahntechnik, nichts Bemerkenswerthes.

§ 82. Eiskeller. — Wir erwähnen nur noch eine besondere Art von Nebengebäuden, nämlich die Eiskeller, welche für die Restaurationszwecke auf grösseren Bahnhöfen unentbehrlich erscheinen und meistens des Hochwassers wegen isolirt und zum Theil über der Erde angelegt werden müssen.

Bei Anlage derselben ist vor Allem für gute Entwässerung der Sohle, luftdichten Verschluss des betreffenden Entwässerungscanals und hochliegende doppelte Einsteigeöffnungen Sorge zu tragen.

Zur Isolirung sind doppelte Wände mit einem Zwischenraum von etwa 0m,5 bis 0m,6 bei gut isolirenden Füllmaterialien aufzustellen, ein doppelter durchlässiger Boden und ein Strohdach anzulegen, über welchem man zum Schutze vor Feuer ein Ziegel- oder Schieferdach herstellen kann. Der innere Bautheil ist zweckmässig von Holz herzustellen, da dies ein schlechter Wärmeleiter ist. Die Aussenwände können massiv von Backsteinen aufgeführt und sodann über der Erde kegelförmig mit Erde umschüttet werden. Zum Schutze vor Wind und Sonnenschein pflanzt man um den Behälter herum schattige Bäume und Gesträuche. Auf der Hannoverschen Eisenbahn sind in vorstehender Art Eiskeller zur Ausführung gekommen.[58]) Zur Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen den Umfassungsmauern verwendet man zweckmässig den Abfall von Flachs, sogenannte Schebe, Lohe, leichten Torf, Korkabfälle, Sägespähne, zerschnittenes Stroh — sogenannten Heckerling — etc. Am besten sind Korkabfälle, weil sie sehr schlechte Wärmeleiter sind und nicht leicht faulen.

---

[58]) Auf die Mittheilung einer Zeichnung derselben musste des beschränkten Raumes wegen verzichtet werden.

Literatur.

a. Ueber Empfangsgebäude.

Bahnhof der Berlin-Lehrter Bahn in Berlin. Deutsche Bauzeitung, Jahrg. V, p. 212.

Bahnhofsgebäude der Berlin-Hamburger Bahn in Berlin, von Hoffmann. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang VI, p. 487.

Die Bahnhofsgebäude der Staatseisenbahn in Prag, Pardubitz, Hohenstadt, Böhmisch-Trübau und Müglitz Förster's Eisenbahnztg. 1845, p. 435—437.

Central-Bahnhof in Birmingham, von Malberg. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang VIII, p. 447.

Empfangsgebäude des Bahnhofes in Zürich. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang XV, p. 173.

Empfangsgebäude des Thüringischen Bahnhofes zu Leipzig. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang X, p. 220.

*Empfangsgebäude auf Inselperrons — Hamm, Dirschau, Crefeld, Pasewalk, Minden, Eydtkuhnen, Kreuz, Bromberg, Köln. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XII, p. 369.

Ebendaselbst Jahrgang XXIII. 1873.

Empfangsgebäude in Dirschau, von W. Schultze. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang IX, p. 285.

Empfangsgebäude der Kreuz-Cüstrin-Frankfurter Eisenbahn. Grundrisse. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang VIII, p. 466.

Empfangsgebäude auf Eisenbahn-Zwischenstationen durchgehender Linien der Preussischen Eisenbahnen. Erbkam's Zeitschr f. Bauwesen, Jahrg. XV, p. 323.

Empfangsgebäude zu Thorn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XV, p. 293.

Empfangsgebäude der Lübeck-Büchener Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang II, p. 93.

Empfangsgebäude auf Eisenbahn-Zwischenstationen. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 234. (The Engineer, 23. Febr. 1866.)

Empfangsgebäude des Berlin-Görlitzer Bahnhofes in Berlin. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 207. (Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1867, p. 289.)

Empfangsgebäude auf dem Centralbahnhofe zu Lissabon. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1866, p. 478.

Fournier, das Stationsgebäude zu St. Mathurin (Orleansbahn). Nouv. Annales de la construct. 1857, Juli.

Grapow, W., das Stationsgebäude zu Breslau für die Oberschlesische und Breslau-Posen-Glogauer Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, 1860, p. 45.

*Hauptgebäude auf der Bahn von Ancona nach Bologna. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 207. (Oppermann's nouvelles annales de la construction, Sept. 1861.)

Heusinger v. Waldegg, das Stationsgebäude zu Schonungen (Bayerische Staatsbahn), mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 220.

A. v. Kaven, Grösse der Räume in den Hauptgebäuden von franz. Bahnhöfen. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 147.

Ueber Kopfstationen. Deutsche Bauzeitung, Jahrgang VI, p. 2 und folgende.

*Rasch, J., Reisenotizen (über Bahnhöfe). Zeitschr. des Archit.- und Ingen.-Vereins zu Hannover. 1868, p. 197 u. 363, sowie im Organ 1869, p. 31. 121. 228 und 1870, p. 29 und 82.

Stationsgebäude und Wächterhäuser auf der Kaiser-Ferdin.-Nordbahn. Förster's Bauzeit. 1839, p. 296.

Die Stationsgebäude der Ostholsteinischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 70 u. 122.

Umbau des Hauptbahnhofs zu München. Organ 1872, p. 248.

*M. M. v. Weber, das neue Gebäude für den Personenverkehr zu Altstadt-Dresden, mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 1.

Wiener Bahnhöfe. Organ 1872, p. 34.

Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten von Hartwich. Berlin 1874. Ernst & Korn.

Ueber einige Personen-Stationen der italienischen Bahnen. Deutsche Bauzeitung 1876.

Der Eisenbahnhochbau der Gegenwart, systematisch geordnete Sammlung neuerer eiserner Hochbau-Constructionen von Dr. T. Heinzerling. Aachen 1876.

Ueber englisches Eisenbahnwesen, Reisestudien von H. Taeger K. E.-Bau- und Betriebs-Inspector. Berlin 1877. Verlag v. Ernst & Korn.

b. Ueber Personen- und Perronhallen.

Bahnhofshalle in Antwerpen. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1864, p. 49.

Bahnhofshalle, eiserne, zu Anbrais. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 162. (Oppermann, nouvelles Annales 1866, Dec.)

Bahnhofshalle zu Graz. Oppermann's nouv. Annales 1871, p. 34; Organ 1872, p. 173.

Bahnhof, der, La Chapelle und der Dachstuhl der grossen Personenhalle des Bahnhofs der fran Nordbahn zu Paris. Förster's Bauzeit. 1850, p. 36—39.

Beschreibung der Dachconstruction von der Personenhalle auf dem Bahnhofe der Sächsisch-Bayerischen Bahn zu Leipzig. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Baukunst, 6. Bd., p. 31, 32 und Heusinger v. W., Organ, 2. Bd., p. 159—161.

Beschreibung neuerer Dachconstructionen mit eisernem Sparrwerke auf der Birmingham- und Gloucester-, Birmingham- und Derby-Junction-Manchester- und Birmingham- und Edinburg-Glasgow-Eisenbahnen. Pap. of Royal Eng , Vol. VI, p. 212—215, Tafel 47—52.

Eiserner Dachstuhl auf dem Bahnhofe zu Lille. Förster's Bauztg. 1851, p. 28.

Einsturz des Hallendaches eines Stationsgebäudes auf der Brightonbahn. Zeitg. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verwalt. 1861, p. 494.

Fassbender., C., die Personenhalle der Station »du Nord« zu Brüssel. Heusinger v. Waldegg, Organ 1848, p. 183, 184.

Fink, A., Bahnhofshalle zu Louisville Kg. der Louisville- und Nashwille-Eisenbahn. Heusinger v. Waldegg's Musterconstructionen f. Eisenbahnbau. 1. Bd. 2. Liefrg.

Grenier's Perrondächer der französischen Ostbahn (von Eisen mit gewelltem Blech). Nouv. Annales de la construct. 1857, May.

Halle des Hamburger Bahnhofs in Berlin. Erbkam's Zeitschr. für Bauw., Jahrg. VI, p. 496.

Personenhalle der Great-Northern Eisenbahn in London (108′ lichte Weite). Erbkam's Zeitschrift für Bauw., Jahrg. II, p. 311.

*Perronhalle auf dem Bahnhofe Elberfeld, von Orth. Erbkam's Zeitschr. für Bauw., Jahrg. XI, p. 135.

Halle der Personenstation der Paris-Versailler Bahn (120′ weit). Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. IV, p. 537.

Halle der Paddington Station in London. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. IX, p. 308.

Dachconstruction der Halle des Thüringer Bahnhofs in Leipzig. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. Jahrg. X, p. 229.

Halle der Kings-Cross-End-Station der Great-Northern Eisenbahn in London (Bohlenbogen 105′ lichte Weite). Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. IX, p. 311.

Hallen der Pariser Gürtelbahn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. 1870, Heft 4—6.

Heusinger v. Waldegg, über die Einrichtung von bedeckten Warteräumen an dem Perron des zweiten Gleises auf Zwischenstationen der Badischen Eisenbahn, mit Abbild. Organ für Eisenb.-W. 1865, p. 157.

Lecointe, A., Notiz über eine in Holz und Eisen ausgeführte Bedachung an der Ankunftshalle in Paris auf der Eisenbahn in Rouen. Förster's Bauzeit. 1847, p. 24, 25.

Von Leithner, über die Dachconstruction der Wiener Personenhalle auf der Wien-Gloggnitzer Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ, I. Bd., p. 4—6.

*Lichthammer, neue eiserne Bahnhofshalle mit Glasbedachung im Main-Neckar-Bahnhofe in Darmstadt, mit Abbild. Organ f Eisenb.-W. 1866, p. 55, und Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. XV, p. 178.

Pancras-Station, Personenbahnhof der Midlandbahn in London. Organ f. Eisenb.-W. 129. (The Engineer. 13. Octbr. 1865.)

Perrondächer in Holz und Eisen. Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. VI, p. 397.

Perrondach in Kattowitz. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. XIII, p. 165.

Personenhalle des Bahnhofs in Lyon. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. VI, p. 140.

Personenhalle auf dem Bahnhofe zu Buckarest. Organ 1872, p. 113.

Die Personenhallen und Hochbauten der Paris-Strassburger Bahn und der anderen Eisenbahnstationen in Paris Zeitschr. f. Bauw. 1854, p. 530; Heusinger v. W., Organ 1855, p. 2.

Raynaud, L., Eiserne Dächer in Paris (Bahnhofshallen). Förster's allg. Bauzeitung 1851, p. 354.

Raynaud's Dachstuhl der Halle der Nordbahn in Paris (von Holz mit Zinkbedeckung). Nouv. Annales de la construct. 1857, Febr.

de Sazilly, eiserner Dachstuhl auf dem Strassburger Bahnhofe in Paris. Förster's Bauzeitung. 1856, p. 1.

Schwedler, J. W., eiserne Perronhallen des Centralbahnhofs Magdeburg. Heusinger v. W. Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd. 1. Liefrg.

Tellkampf, die neuen Bahnhofshallen und Güterschuppen der Altona-Kieler Eisenbahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 198.

Turner, Rich., das grosse eiserne Dach der Liverpool-(Lime-Street-) Eisenbahnstation. The Archit. and Building Gazette, 1851, XIV. Vol. und Erbkam's Bauzeit., Jahrg. IX, p. 301.

Schöne Vorhalle an dem Stationsgebäude zu St. Omer. Heusinger v. W., Organ 1852, p. 224.

v. Winniwarter, über das Riesendach des Birminghamer Bahnhofs in London. Zeitschrift des österr. Ingen.-Ver. 1853, p. 244.

c. Ueber Güterschuppen.

Der Bau des neuen Güterbahnhofs in Stettin. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 71.

Dachconstruction eines Güterschuppens zu Trier. Haarmann's Zeitschr. Sch. B. 1862, p. 3.

Dachconstruction über dem Güterschuppen des Bahnhofs Lyon (90' weit). Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen, Jahrg- VI, p. 141.

Gusseiserne Dachstühle in Amerika über dem Waarenlager der Baltimore-Ohio-Eisenbahn in Washington und 2. über dem Dampfwagenhause derselben Bahn in Frederik. Förster's allg. Bauzeitg. 1842, p. 346—353.

Ueber Depots und Sammelplätze für Waaren und Reisende bei Eisenbahnen. Förster's Bauzeit. 1838, p. 163.

*Dimler, Neuer Güterschuppen auf dem Bahnhof Stuttgart. Mit Abbild. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, p. 49.

Eisenconstructionen und Metalldeckungen der Güterschuppen auf der Westbahn zu Batignolles und über eiserne Dachstühle und Metalldeckungen in Frankreich überhaupt. Förster's Bauzeit. 1857, p. 133.

Fairbairn, W., über feuersichere Waarenhäuser. Verhandl. z. Bef. des Gewerbfl. in Preussen, 1845, p. 168 u. ff. und Polyt. Centralbl. 1846, 7. Bd., p. 378, 379.

Flattich, W., über Güterschuppen. Zeitschr. des österr. Ing.- und Archit.-Ver. 1866, 10. Heft, Zeitschrift des Ver. deutsch. Eisenb,-Verw. 1866, p. 116.

Frachtenmagazin im Bahnhof Pest. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 27. (Zeichnungen f. d. »Hütte« 1863, Tafel 9.)

Ueber Güterbahnhöfe, insbesondere Güterhallen. Zeitschrift des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1866, p. 139.

Güterschuppen auf dem Bahnhofe Guben. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandwerk. 1862, p. 26.

Güterschuppen mit Steinpappedach (ohne Fundament). Nouv. Annales de la constr. 1857. Decbr.

Güterschuppen und Güterperrons der Oesterr. Nordwestbahn. Organ 1872. p. 248.

Güterstation, neue, der Midlandbahn zu Agertown in London. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 67. (The Engineer, 29. Septbr. 1865.)

Heusinger v. Waldegg, E., über feuerfeste Güterschuppen. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1862.

Lemercier, Güterschuppen der Orleansbahn. Nouv. Annales de la construct. 1857, Octbr.

Petroleum-Magazin der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb,-Verw. 1867, p. 199.

Schlimp, K., Güterschuppen der Oesterr. Nordwestbahn. Heusinger v. Waldegg's Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd. 2. Liefrg.

Sotzmann, über die Dachconstruction der Schuppen in den Docks zu Liverpool. Verhandl. des Preuss. Gewerbever. 1846, p. 133—136.

*Tellkampf, H., über Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 24, 66, 106, 144, 194, mit Abbild.

Desgleichen Hottenrott. Zeitschr. f. Bauwesen, v. Erbkam 1876, p. 228 u. folg.

Die Waarenschuppen auf den Rheinwerften zu Köln. Förster's Bauzeit. 1843, p. 57—59.

d. Ueber Locomotiv- und Wagenschuppen.

Baer, H., Schmiedeeiserne Dachstühle (für Locomotiv- und Wagenremisen). Organ 1872, p. 181.

Baude, die Locomotiven-Rotunde auf der Station Batignolles der Westbahn bei Paris. Förster's Bauzeit, 1856, p. 1.

Das runde Dach der Locomotivremise im Bahnhofe der Londoner Bahn in Birmingham. Romberg's Zeitschr. f. Bauk. 1851, p. 323.

Dachconstruction der Locomotivremise zu Trier. Haarmann's Zeitschrift für Bauhandw. 1862, p. 3.

Fink, A., Runder Locomotivschuppen zu Louisville der Louisville- und Nashville-Eisenbahn. Heusinger v. Waldegg's Musterconstructionen f. Eisenbahnbau. 1. Bd. 2. Liefrg.

*Galle, L., das cylindrische Locomotivenhaus auf der London-Nordwestbahn. Heusing v. Waldegg, Organ 1849, p. 49—51; Polyt. Centralbl. 1849, p. 129—132.

Göbel, H., über polygone Locomotivschuppen. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 55.

Huntemüller, der Locomotivschuppen der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn-Gesellschaft dem Central-Bahnhofe zu Magdeburg. Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hann 1876, p. 533.

Kaven, A. v., Vergleichung der Kosten von massiv gebauten Locomotivschuppen verschiede Systeme. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 58.

Lecointe, A., über die Locomotivremise auf dem Pariser Stationsplatze der Eisenbahn von Pa nach Versailles (linkes Ufer). Förster's Bauzeit. 1843, p. 375.

*Locomotivhaus, das neue, der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn in Berlin, mit Abb Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 128. (Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, 1865, p. 435.

Locomotivremise für 16 Maschinen auf der französ. Nordbahn. Förster's Bauzeit. 1861, p. 2

Locomotivremise und Wasserstation der Ostholsteinischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 18 p. 33.

Locomotivschuppen in Coblenz. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1862, p. 26.

Locomotivschuppen im Görlitzer Bahnhofe mit Schwedler'scher Kuppel. Mit Abb Förster's Bauzeit. 1868/69, p. 300.

Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn. Zeitung des Ver. deutsc Eisenb.-Verw. 1865, p. 175; Organ für Eisenb.-W. 1868, p. 222.

Locomotivschuppen zu Epernay. (Rotunde mit Drehscheibe in der Mitte.) Nouv. Ann de la construct. 1857, Septbr.

Polygonaler Locomotivschuppen mit Kuppeldach auf dem Bahnhofe Hannover. Zeitschr. d Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver. 1870, p. 361; Organ 1872, p. 114.

Locomotivremisen, Materialmagazine und Werkstätten der Oesterr. Nordwestbahn. Organ 18 p. 252.

Das Maschinenhaus auf der London- und Birmingham-Eisenbahn. Civil-Eng. Journ. 1843, p. 2 Pl. X.

Peacock, über Locomotiven- und Eisenbahnwagen-Gebäude (Schuppen). The Archit. and Buildi Gazette, 1851, Vol. XIV.

Peacock, R., Beschreibung des Locomotivschuppens der Manchester-Sheffield- und Lincolnshi Eisenbahn in Gorton bei Manchester. London Journal 1851, April, p. 301; Heusing v. W., Organ 1851, p. 61 u. 62; Polyt. Centralblatt 1851, p. 641—643.

Schneider, R., zweckmässige Oefen zur Beheizung der Locomotivwerkstätten und Schupp Organ 1872, p. 186.

Schornsteinröhren, thönerne, für Locomotivremisen. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 74. (Ver f. Eisenbahnk. in Berlin, 1864, 8. Nov.)

*Tellkampf, neue Wagenschuppen der Altona-Kieler Bahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 186 p. 114.

Neuer Wagenrevisionsschuppen auf dem Potsdamer Bahnhofe. Erbkam's Zeitschr. f. Ba wesen 1871, p. 26; Organ 1872, p. 114.

Weise, über Construction der thönernen Schornsteine von Locomotivschuppen. Zeitung des Ve deutscher Eisenb.-Verw. 1864, p. 568.

e. Ueber Reparatur-Werkstätten.

Bollmann, die Wagenreparatur-Werkstatt auf dem Bahnhof zu Potsdam. Erbkam's Zeitsch 1858, p. 137—142.

*Central-Werkstätten der Niederschlesisch-Märkischen Bahn in Frankfurt a. O., v. Malber Erbkam's Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. VIII, p. 447.

Centralwerkstätten der k. Bayerisch. Staatseisenbahn in München, Heusinger v. Waldegg Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd., 1. Liefrg.

Eisenbahnwerkstätten zu Philadelphia. Organ 1872, p. 33.

Fuldner, die Wagenreparatur-Werkstatt auf dem Bahnhofe zu Braunschweig. Scheffler's Orga 1862, p. 60.

Ueber die Great-Western-Werkstätten zu Swindon. Mechan. Magazin V, 58, p. 104.

Leonhardi, Feod., Centralwerkstätte der Rheinischen Eisenbahn zu Nippes bei Köln. Mit Abbd Organ f. Eisenbahnwesen 1877. Ergänzungsheft.

Die Maschinenbauwerkstatt der Wien-Raaber Eisenbahn. Förster's allg. Bauztg. 184 p. 225—227 u. 236, 237 und Polyt. Centralbl. 1843, 1. Bd., p. 186—188.

Reparaturwerkstätten der Chicago- und Rhode-Island-Bahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 22

*Stambke, die Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn zu Witten, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 109.

Ueber die Anlage der Wagenremisen und Reparatur-Werkstätten für Dampfwagen zu London, Birmingham und Leeds. Journ. de l'industr. III., Dec. 1837 und Polyt. Centralbl. 1838, p. 783, 784.

Werkstätten der Caledonian-Eisenbahn zu Glasgow. Engineer 1871, p. 172.

Werkstättenanlage des k. k. Südbahnhofes in Wien. Förster's Bauztg. 1858. p. 3.

f. Ueber Bahnwärterhäuser.

Bahnwärterhäuser der portugiesischen Eisenbahn. Oppermann's nouvelles Annales 1871, p. 75.

Bahnwärterhäuser mit Gussmauerwerk. Zeitschr. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1867, p. 679.

*Bahnwärterhäuser der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn. Eisenbahnzeitg. 1849, p. 242, 243.

*Beantwortung der Seitens der Direction der Berlin-Görlitzer Eisenbahn aufgeworfenen Fragen bezüglich der Anlage von Bahnwärterhäusern. Mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1870, p. 140.

Gebäude, kleine, an der Eisenbahn von Exeter nach Plymouth. Förster's Bauzeit. 1818, p. 176.

*Hase, die Bahnwärterwohnung an der Leinebrücke bei Herrenhausen und die Wohnung des Bahnhofsaufsehers zu Lehrte. Notizbl. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver., 1. Bd., p. 251, 252.

Morlock, G., Bahnwärterhäuser bei Urspring und Geislingen, sowie in der Alb. Morlock's Sammlung ausgef. ländlicher Bauten. (Esslingen 1855.) Blatt VII, VIII; XIV u. XV.

*Normalien für Bahnwärterhäuser und Haltestationen der Württembergischen Staatseisenbahnen. Eisenbahnzeitg. 1845, p. 271.

Wächterhäuser und Stationsgebäude auf der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Förster's Bauzeitg. 1839, p. 296.

Wärterhaus aus Beton an der Oberschlesischen Eisenbahn. Mit Abbild. Organ für Eisenb.-W. 1870, p. 159.

Wärterhaus der Badischen Staatsbahn zwischen Messkirch und Sigmaringen. Organ f. Eisenb.-W. 1872, p. 170 nach Deutsch. Bauzeit. 1871, p. 134.

Wärterhäuser für zwei Familien der algier. Bahn. Oppermann's nouv. Annales 1870, p. 75.

Willmann's, E., eiserne Wärterbuden. Heusinger v. Waldegg's Musterconstructionen für Eisenbahnbau. 1. Bd. 2. Liefrg.

XV. Capitel.

Berechnung eiserner Dächer.

Bearbeitet von

C. Wilcke,
Abtheilungs-Baumeister in Melsungen.

(Hierzu Tafel LIII und LIV.)

Im Anschluss an die Abhandlung des vorigen Capitels über »die Eisenbahnhochbauten« sei im Folgenden eine Berechnung derjenigen eisernen Dachconstructionen, welche bei den Hochbauten der Eisenbahnen vorzugsweise Anwendung finden und immer grössere Bedeutung erlangen, gegeben. —

Wurde dort besonders die allgemeine Anordnung der Dächer besprochen, so sollen hier vorzugsweise deren statische Berechnungen behandelt werden.

Zur Feststellung jeder Construction in statischer Beziehung ist erforderlich

1) die Bestimmung der äusseren Kräfte: der Belastungen und Reactionen;
2) die Bestimmung der inneren Kräfte: der Spannungen;
3) die Querschnittsbestimmung.

§ 1. Belastung.

Diese setzt sich zusammen:

A aus dem Eigengewicht, B aus der Schneelast, C aus dem Winddruck.

A. Eigengewicht.

Dieses besteht:

a) aus dem Gewichte des Deckmaterials mit der Unterlage, der Sprossen und Pfetten, und rechnet man für den □ᵐ Dachfläche:

1)	bei dem Kronendach	90	Kilogr.	per	□ᵐ	Dachfläche
2)	- - einfachen Ziegeldach . .	80	-	-	-	-
3)	- - gewöhnlichen Schieferdach	65	-	-	-	-
4)	- Glas auf Winkeleisen . . .	50	-	-	-	-
5)	- Schiefer auf Winkeleisen . .	46	-	-	-	-
6)	- Wellblech auf Winkeleisen . .	24	-	-	-	-
7)	- Theerpappe	22	-	-	-	-
8)	- Holzcement	130	-	-	-	-

b) **Aus dem Gewichte der Eisenconstruction des Dachbinders.** Nach ausgeführten Beispielen beträgt dieses, wenn die Inanspruchnahme zu 1000 Kilogr. gesetzt und die Sparren nur in den Knotenpunkten belastet sind, für den □ᵐ der horizontalen Projection durchschnittlich

$$p = 10 \text{ Kilogr.}$$

In Spalte 6 nachstehender Tabelle sind die, auf die Einheit der unter dem Winkel α geneigten Dachflächen bezogenen Belastungen der Eisenconstruction

$$p_1 = p \cos \alpha$$

zusammengestellt.

B. Schneelast.

Die Schneelast pro □ᵐ horizontaler Fläche beträgt unter Annahme einer Höhe von $0{,}6^m$ und eines specifischen Gewichtes $= {}^1/_8$

$$s = \frac{0{,}6 \,.\, 1000}{8} = 75 \text{ Kilogr.}$$

welche, damit sie gleich den übrigen Belastungen auf die Einheit der geneigten Dachfläche sich beziehe, der Dachneigung entsprechend zu reduciren ist.

So wird:

$$s_1 = s \,.\, \cos \alpha = 75 \cos \alpha$$

der auf die geneigte Fläche bezogene Schneedruck, welcher für die verschiedenen Neigungen bestimmt und in Columne 7 nachstehender Tabelle enthalten ist.

C. Durch Wind.

Die Intensität des Windes, welche von der Masse m der geworfenen Luft und deren Geschwindigkeit v abhängt, beträgt

$$W = m \,.\, v$$

Bekanntlich ist aber:

$$m = \frac{Q}{g} = \frac{v\,\gamma}{g}$$

wenn Q das Gewicht der pro Secunde mit der Geschwindigkeit v ankommenden Luft, g die Beschleunigung der Schwere $= 9{,}81^m$ und γ das specifische Gewicht $= \frac{1}{800}$ (Wasser als Einheit) bedeuten, so dass der Effect des Windes auf die Einheit einer normal getroffenen Fläche:

$$W = \frac{v^2 \,.\, \gamma}{g} = \frac{1000 \,.\, v^2}{800 \,.\, 9{,}81} \quad W = 0{,}127\, v^2$$

wird.

Bildet aber (Fig. 1, Tafel LIII) die Bewegungsrichtung des Windes mit der Horizontalen einen Winkel $\beta = 10^0$, ist der Neigungswinkel der Dachfläche $= \alpha$, wird also diese unter dem Winkel $(\alpha + \beta) = \gamma$ getroffen, so ist die Geschwindigkeit v in

$$v \,.\, \sin \gamma \;\text{ und }\; v \,.\, \cos \gamma$$

zu zerlegen.

Mit der letzteren Seitengeschwindigkeit gleitet der Wind parallel zur Ebene ab, ohne eine erhebliche Wirkung auszuüben, während mit der ersteren $v \cdot \sin \gamma$

die schiefe Ebene normal getroffen wird. Hieraus entsteht auf jeder Flächeneinheit ein Normaldruck

$$W_1 = W \sin \gamma^2$$

welcher in die beiden Seitenkräfte:

$$V = W_1 \cos \alpha = 0{,}127\ v^2 \cdot \cos \gamma^2 \cdot \cos \alpha$$
$$H = W_1 \sin \alpha = 0{,}127\ v^2 \cdot \sin \gamma^2 \cdot \sin \alpha$$

zerfällt.

Erstere liefert einen Theil der lothrechten Belastung, letztere äussert in horizontaler Richtung ihre Wirksamkeit, und ist auf diese bei hohen Dächern vorzugsweise Rücksicht zu nehmen.

Unter Annahme einer Geschwindigkeit von 30^m entstehen aus diesen Formeln für die verschiedenen Dachneigungen Werthe, welche in den Columnen 8, 9 und 10 nachstehender Tabelle enthalten sind.

Laufd. Nr. 1.	Verhältniss der Höhe zur Spannweite. 2.	Winkel. 3.	sin α 4.	cos α 5.	Gewicht d. Construction. $p_1 = p \cos \alpha$ 6.	Schneedruck. $s_1 = s \cos \alpha$ 7.	W 8.	V 9.	H 10.
1	1/24	4° 46′	0,083	0,997	9,97	74,78	7,430	7,407	0,617
2	1/12	9° 28′	0,164	0,986	9,86	73,95	12,687	12,510	2,081
3	1/8	14° 2′	0,242	0,970	9,70	72,75	18,974	18,405	4,592
4	1/6	18° 26′	0,316	0,949	9,49	71,18	25,375	24,080	8,018
5	1/4	26° 34′	0,447	0,894	8,94	67,05	40,577	36,276	18,138
6	1/3	33° 41′	0,556	0,832	8,32	62,40	54,407	45,266	30,250
7	5/12	39° 48′	0,640	0,768	7,68	57,60	66,751	51,265	42,721
8	1/2	45°	0,707	0,707	7,07	53,03	76,700	54,224	54,224
9	7/12	49° 24′	0,759	0,651	6,51	48,83	84,700	55,137	64,284
10	2/3	53° 8′	0,800	0,600	6,00	45,00	90,983	54,590	72,786
11	3/4	56° 19′	0,832	0,555	5,55	41,63	95,908	53,224	79,787
12	1 : 1	63° 26′	0,891	0,447	4,47	33,53	104,927	46,902	93,805

Der bei halbkreisförmigen Dächern auf einen Quadratmeter kommende Druck des Windes ist laut obiger Formeln und nach Fig. 2, Tafel LIII:

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad W = 0{,}127\ .\ v^2 \int_0^{90} \sin(\alpha + 10)^2\, d\alpha$$

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad V = 0{,}127\ .\ v^2 \int_0^{90} \sin(\alpha + 10)^2\ .\ \cos \alpha\, d\alpha$$

$$3) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad H = 0{,}127\ .\ v^2 \int_0^{90} \sin(\alpha + 10)^2\ .\ \sin \alpha\, d\alpha$$

Das Integral der ersteren Gleichung löst sich wie folgt auf:

$$I = \int_0^{90} (\sin \alpha^2 \cos 10^2 + 2 \sin \alpha \cos 10 \sin 10 \cos \alpha + \sin 10^2 \cos \alpha^2)\, d\alpha$$

Die einzelnen Theile werden:

$$I_1 = \cos 10^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \alpha^2\, d\alpha = \cos 10^2 \frac{\pi}{4}$$

$$I_2 = 2 \sin 10 \cos 10 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\alpha \cos\alpha \, d\alpha = \frac{2 \sin 10 \, . \cos 10}{2}$$

$$I_3 = \sin 10^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\alpha^2 \, d\alpha = \sin 10^2 \frac{\pi}{4}$$

Also:

$$I = \frac{\pi}{4} (\sin 10^2 + \cos 10^2) + \frac{\sin 20}{2}$$

$$I = 0{,}5 \left(\frac{\pi}{2} + \sin 20\right) = 0{,}956 \ .$$

Mithin:

$$W = 0{,}127 \, . \, 0{,}956 \, . \, v^2.$$

Wenn $v = 30^m$ und der Radius $= 1$, dann ist der die Dachflächen senkrecht treffende Wind:

$$W = 109{,}27 \text{ Kilogr.}$$

Für Formel 2 ergiebt sich:

$$V = 0{,}127 \, v^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\sin\alpha + 10)^2 \cos\alpha \, d\alpha \ .$$

Das Integral ist:

$$I = \int_0^{90} (\sin\alpha \cos 10 + \cos\alpha \sin 10)^2 \cos\alpha \, d\alpha$$

und werden die einzelnen Theile:

$$I_1 = \cos 10^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\alpha^2 \cos\alpha \, d\alpha = \cos 10^2 \Big|_0^{90} \frac{\sin\alpha^3}{3}$$

$$I_1 = \frac{\cos 10^2}{3}$$

$$I_2 = 2 \sin 10 \cos 10 \int_0^{90} \cos\alpha^2 \sin\alpha \, d\alpha$$

$$I_2 = - \sin 20 \int_0^{90} \cos\alpha^2 \, d \, . \cos\alpha = \frac{\sin 20}{3}$$

$$I_3 = \sin 10^2 \int_0^{90} \cos\alpha^3 \, d\alpha = \frac{2 \, . \sin 10^2}{3}$$

Daher:

$$I = \frac{1}{3} [\cos 10^2 + \sin 20 + 2 \sin 10^2]$$

$$I = \frac{1}{3} \left[1 + \sin 20 + \frac{1}{2}(1 - \cos 20)\right]$$

$$I = \frac{1}{3} \left(1{,}5 + \sin 20 - \frac{\cos 20}{2}\right)$$

$$I = \frac{1}{3}(1,5 + 0,342 - 0,470)$$

$$I = 0,457$$

Also die lothrecht wirkende, auf die schiefe Fläche bezogene Componente des Winddruckes ist:

$$V = 0,127 \cdot v^2 \cdot 0,457 = 52,235 \text{ Kilogr.}$$

In ganz gleicher Weise findet sich die horizontale Componente:

$$H = 0,127 \frac{v^2}{3}\left(1,5 + \sin 20 + \frac{\cos 20}{2}\right)$$

$$H = 0,127 \cdot v^2 \cdot 0,771 = 88,125 \text{ Kilogr.}$$

Die Werthe von W, V und H sind von 10 zu 10° berechnet und in Fig. 2 enthalten. Die entsprechenden Endpunkte wurden durch einen stetigen Zug mit einander verbunden, so dass man für jede beliebige Dachneigung die bezüglichen Windbelastungen abgreifen kann.

§ 2. Die Reactionen.

Die Belastungen verursachen bei den unterstützten Punkten Auflagerdrücke oder Reactionen.

Auflagerdruck und Reaction sind von gleichem Werthe, wenn der Auflagerpunkt ohne directe Last ist, anderen Falls muss, um die Reaction zu erhalten, von dem Auflagerdruck die direct wirkende Last in Abzug gebracht werden.

Für einen auf zwei Stützen ruhenden Balken mit gegebener Belastung sind, sobald die Richtungen der Reactionen bekannt, auch deren Grössen leicht zu bestimmen.

Einfachsten Falles (Fig. 3, Tafel LIII) seien die Reactionen parallel der Resultante Q gerichtet. Diese wird mittelst des, aus dem beliebig gewählten Polpunkte 0 construirten Polygons aus den einzelnen Kräften P, P_1 und H erhalten.

Verbindet man die beiden Durchschnittspunkte i, k der letzten Strahlen mit den Reactionen durch eine gerade Linie, ordnet dieser parallel die Gerade or an, so ergeben sich in R und R_1 die gesuchten Reactionen.

Im Vorigen wurden beide Auflagerpunkte als fest vorausgesetzt; wird aber das eine Lager als loses, z. B. aus Rollen bestehend gedacht, welches nur lothrechten Widerstand leisten kann, so sind die Richtungen der Reactionen durch den Durchschnittspunkt i von R_1 und Q (Fig. 4, Tafel LIII) festgelegt. Dies ist der für die Anordnung grösserer eiserner Dächer, der Temperaturausdehnung wegen, am häufigsten vorkommende Fall, besonders wenn die Unterstützung des losen Lagers durch Säulen, Pfeiler etc., welche der Wirkung einer horizontalen Kraft nicht gewachsen sind, erfolgt.

Gestattet aber der Raum der Zeichnung nicht die Ausführung der angegebenen Construction, dann ist die Kraft Q an der Stelle, wo sie die Verbindungslinie der beiden Auflager schneidet, in die beiden Seitenkräfte K und H zu zerlegen und von K vermittelst des Verhältnisses $m : n$, der Theile der Spannweite, die senkrechten Reactionen R_1 und R_2 zu bestimmen.

Die Horizontale H vereinigt sich mit R_2 und giebt die bei dem festen Punkt A auftretende geneigte Reaction R nach Grösse und Richtung. Liegt die Absicht vor (Fig. 5, Tafel LIII), die Horizontalkraft beiden Lagern und zwar in einem bestimmten Verhältnisse, z. B. nach der Stabilität der Unterstützungen, zuzuführen, so ist

die im Kräfteplane gezeichnete Horizontalkraft H nach jenem Verhältnisse zu theilen, wodurch die Reactionen R und R_1, die h bezw. h_1 enthalten, entstehen.

Trifft der Wind die Seite des losen Auflagers und wird angenommen, dass dieses nicht fähig sei, Horizontalkräfte aufzunehmen, dann werden (Fig. 6, Tafel LIII) die Reactionen wieder durch Zerlegung von Q in K und H gefunden.

Die lothrechten Reactionen werden, wie früher, durch das Verhältniss der Abstände n und m bestimmt.

Um auf die specielle Berechnung der Dachconstructionen überzugehen, sei noch bemerkt, dass für die Constructionsglieder die ungünstigsten Spannungswerthe dann auftreten, wenn beide Dachflächen den unter A und B aufgeführten Belastungen ausgesetzt sind, der Winddruck aber nur auf eine Fläche wirkt.

§ 3. Dach mit unverstrebten Hauptsparren.

Diese in Fig. 7, Tafel LIII dargestellte Construction eines eisernen Daches besteht aus den beiden Sparren und den Zugstangen AB und CD.

Sind P, H, P_1 die in der Figur angegebenen Belastungen der Dachflächen, so treten als Knotenpunktsbelastungen $\frac{P}{2}$, $\frac{H}{2}$, $\frac{P_1}{2}$ auf, aus welchen sich die Resultante Q im Kräfteplan ergiebt.

Hier wurden 2 feste Auflager, daher parallele Richtung der beiden Reactionen R und R_1 mit Q angenommen. Es bestimmen sich R und R_1 durch folgende Gleichungen:

Die im Scheitel wirkende lothrechte Kraft

$$\frac{P}{2} + \frac{P_1}{2}$$

giebt die gleichen senkrechten Reactionen

$$R = R = \frac{P + P_1}{4}$$

welche durch die Wirkung der auf der einen Seite vorhandenen horizontalen Windbelastung verändert werden.

Der im Scheitel zur Aeusserung kommende Winddruck $\frac{H}{2}$ wirkt am Hebelarm h (h die Pfeilhöhe bezw. die Entfernung des Scheitelpunktes von der Verbindungslinie der beiden Fusspunkte), wodurch das Moment:

$$M = H\frac{h}{2}$$

entsteht, welches das Dach um den Fusspunkt B zu drehen bestrebt, und in Folge dessen der Auflagerpunkt A entlastet, dagegen die Reaction bei B um ebenso viel vergrössert wird.

Die Grösse »a« des Aufhubes bei A bezw. der Mehrbelastung bei B bestimmt folgende, auf den Drehpunkt B bezogene Momentengleichung:

$$al = H \cdot \frac{h}{2}$$

$$a = \frac{Hh}{2l}$$

oder die Proportion

$$a : \frac{H}{2} = h : l$$

aus welcher nach Fig. 7a die Grösse »a« leicht graphisch zu bestimmen ist.

Durch Eintragen derselben in den sogenannten Kräfteplan zeigen sich die zu ungleichen Reactionen R_1 und R_2, welche, mit den Theilkräften von H vereinigt, die geneigten Reactionen r und r_1 geben.

Aus diesen und mit Hülfe der Richtungen der Constructionsglieder sind alsdann die Spannungen derselben zu erhalten.

So findet sich aus r durch die bezüglichen Parallellinien die Spannung 1 als Druck- und 2 als Zugkraft.

In dem Knotenpunkte C ist die Belastung $\frac{P + P_1}{2}$, $\frac{H}{2}$ und die Spannung »1« bekannt, durch welche nach Umkehrung des Pfeiles der Resultante α »3« als Zugkraft, »4« als Druckkraft auftreten. Die Zugkraft »5« ist mit »4« aus r_1 zu erhalten.

Die Bestimmung der Spannungsarten dürfte als bekannt angenommen werden und sei hier nur bemerkt, dass von den in Fig. 8, Tafel LIII gegebenen Kräften diejenigen, deren Pfeile sich vom Knotenpunkte A abwenden, Zugkräfte bezeichnen, während die mit zugekehrtem Pfeile Druckkräfte sind und zum Unterschied von den ersteren Doppellinien erhalten.

Soll die Resultante $ED = \alpha$, die Zugkräfte I, IV und die Druckkräfte II, III durch zwei neue Kräfte von bekannter Richtung aufgehoben bezw. ersetzt werden, so ist der Pfeil dieser Schlusslinie ED umzukehren und V und VI parallel den gegebenen Richtungen zu ziehen. Dieser umgekehrte Pfeil wurde hier und in den weiteren Beispielen stets neben die Resultante gesetzt.

Hinsichtlich der Inanspruchnahme der Hängestange CD (Fig. 7) ist zu bemerken, dass dieselbe bei horizontaler Lage der Zugstange AB die Spannung $= 0$ erhält, soweit nicht eine geringe, der vorstehenden Betrachtung sich entziehende Spannung durch den Umstand hervorgerufen wird, dass eine Hängestange zur Verhinderung der Durchbiegung der Zugstange AB angeordnet ist.

Liegt der Punkt D unterhalb der Verbindungslinie AB, so wird, wie der Kräfteplan der Fig. 9, Tafel LIII ausweist, die Spannung 3 eine Druckkraft und ist ferner ersichtlich, wie hier, im Vergleich zu Fig. 7, die übrigen Constructionsglieder weit geringere Spannungswerthe annehmen.

Hat das nachstehender Berechnung zu Grunde liegende Dach (Fig 10, Tafel LIII) eine Sparrenlänge von 6^m, ein Pfeilverhältniss $\frac{h}{l} = \frac{1}{6}$ und besteht das Deckmaterial aus Theerpappe, so folgen die Belastungen pro $\square^m$.

1)	Gewicht für Deckmaterial incl. Unterlagen . . .	22	Kilogr.
2)	- - die Binderconstruction	9,49	-
3)	Schneelast	71,10	-
	als lothrechte Last der rechten Seite	102,59	Kilogr.
4)	lothrechter Winddruck	24,08	Kilogr.
	als lothrechte Last der linken Seite	126,67	Kilogr.
5)	horizontaler Winddruck der linken Seite . . .	8,02	Kilogr.

Die Belastung des Scheitelpunktes wird alsdann bei continuirlichen Sparren und bei 4^m Binderentfernung

$$P = \left(\frac{3}{16} + \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{16}\right) 6 \cdot 4 \cdot 126{,}67 = \text{rot. } 1520$$

$$P_1 = \left(\frac{3}{16} + \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{16}\right) 6 \cdot 4 \cdot 102{,}59 = \text{ - } \quad 1231$$

$$\text{Summa} = 2751$$

$$H = \left(\frac{3}{16} + \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{16}\right) 6 \cdot 4 \cdot 8{,}02 = 96$$

Da nach dem Früheren der Werth a, wenn $h = 1{,}90^m$ und die Spannweite $= 11{,}49^m$

$$a = \frac{96 \,.\, 1{,}90}{11{,}49} = \text{rot. } 16 \text{ Kilogr.}$$

wird, so folgen die Seitenkräfte der Reaction:

α) die lothrechten:

$$R = \frac{2751}{2} - 16 = 1359{,}5$$

$$R_1 = \frac{2751}{2} + 16 = 1391{,}5$$

β) die horizontalen, welche mit den Verticalen im Verhältniss stehen sollen:

Es ist:

$$1359{,}5 : 2751 = x : 96$$

$$x = \frac{1359{,}5 \,.\, 96}{2751} = 47{,}4 \text{ Kilogr.}$$

als zu R gehörig, und die zu R_1 gehörige Seitenkraft:

$$y = 96 - 47{,}4 = 48{,}6 \text{ Kilogr.}$$

§ 4. Zusammenstellung. Vergleichsrechnung verschiedener Dächer und Bestimmung einiger einfacher Constructionen.

Nach dem Kräfteplane zeigen sich die Spannungen:

1) »4« als die grösste Druckspannung mit 3650 Kilogr.
2) Die gleichen Zugspannungen 2 und 5 mit 3500 Kilogr.
3) Die Stange 3 mit 475 Kilogr. Druck.

Ausserdem sind die Sparren AC und BC der Wirkung eines Biegungsmomentes ausgesetzt.

Es ist das Moment bei E:

$$M = \frac{1}{4} p l$$

und ist der durch die Pfette übertragene Druck des continuirlichen Sparrens:

$$p = \frac{10 \,.\, 6 \,.\, 4}{16} \left[(22 + 71{,}1) \cos \alpha + \sqrt{24{,}08^2 + 8{,}02^2}\right]$$

$$p = 1778 \text{ Kilogr.}$$

Also:

$$M = \frac{1778 \,.\, 6}{4} = 2667 \text{ Kilogr.-Met.,}$$

so dass mit Berücksichtigung der obigen Druckspannung bei Anwendung des der Fig. 10 nebenstehenden Profileisens mit dem Widerstandsmomente $W = 328$ und dem Querschnitte 48 □cm eine Inanspruchnahme

$$k = \frac{3650}{48} + \frac{266700}{328} = 76 + 800 = 876 \text{ Kilogr.}$$

auftritt.

Erhalten die Sparren mittlere Unterstützungen, wie in Fig. 10, Tafel LIII punktirt angegeben, so wird die ganze der Pfette E zukommende Last von der Dachconstruction aufgenommen, die Reactionen und die Spannungen werden daher nicht unwesentlich grösser, als früher, jedoch tritt im ersteren Falle, des durch das Biegungsmoment verstärkten Sparrens wegen, ein bedeutendes Mehr an Material ein; das nachstehende Vergleichsrechnung ergiebt.

Tabelle für das Dach

a. mit unverstrebten Sparren. b. mit verstrebten Sparren.

Laufende Nr.	Länge. Meter	Querschnitt. □cm	Product.	Laufende Nr.	Länge. Meter	Querschnitt. □cm	Product.
1	6	48	288,0	1	3	5,8	17,40
2	5,8	3,5	20,3	2	3,3	5,4	17,82
3	2,4	3,5	8,4	8	1,4	4,2	5,88
4	6	48	288,0	7	3	5,8	17,40
5	5,8	3,5	20,3	6	4,8	3,8	14,24
			625 à 0,78	9	3	5,8	17,40
		Summa a:	487,5 Kg.	11	3,3	2,5	8,25
				15	3,3	2,5	8,25
		Summa b:	115,24	10	1,4	4,2	5,88
				5	3,3	5,4	17,82
		plus:	372,26 Kg.	4	3	5,8	17,40
						Summa =	147,74 à 0,78
							= 115,24 Klg.

Bei grösseren Dächern und wie bereits im vorigen Beispiele festgestellt, bedürfen die Sparren noch einer, gewöhnlich in ihrer Mitte angebrachten Unterstützung, so dass die unter No. 1, 6 und 8 nachstehender Tabelle zusammengestellten Formen entstehen. Von diesen fand das französische oder Polonceau-Dach (Nr. 6) die grösste Verbreitung.

No. 8 dieser Vereinigung zeigt den deutschen Dachstuhl.

Erfordert das Bedürfniss eine zweifache bezw. mehrfache Unterstützung, so entstehen die in Nr. 7, 10, 11 vorgeführten Systeme der englischen Dächer.

Die Ausbildung von englischen bezw. Polonceau-Dächern zu mansardenartigen (cfr. Nr. 1 bis 5) ist für Constructionen grösserer Spannweiten, besonders der Materialersparniss wegen, sehr zu empfehlen.

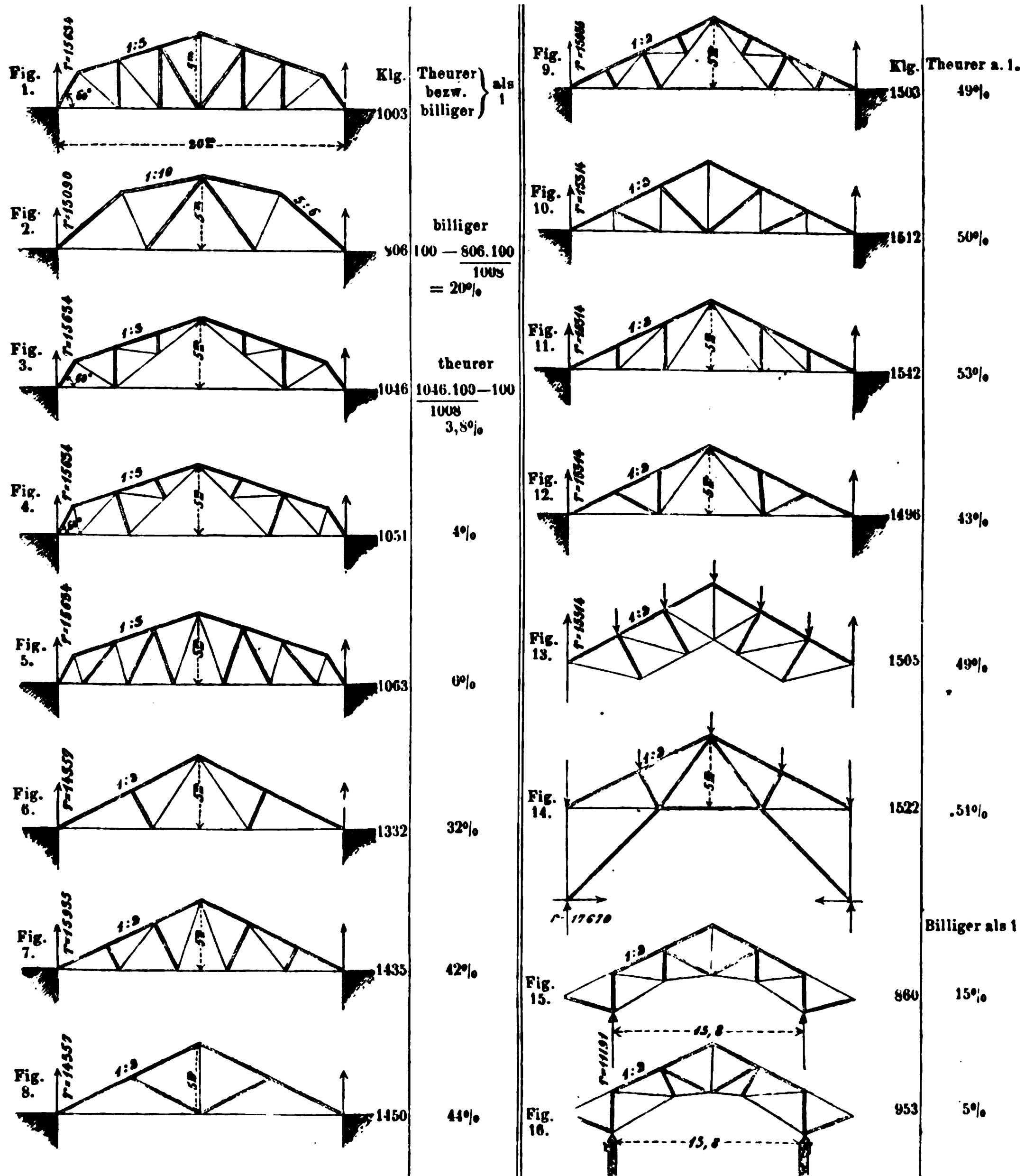
Constructionen der bei Güterschuppen, Lagerhäusern etc. vielfach Anwendung findenden Schutzdächern zeigen No. 15 und 16, welche gleichfalls geringes Eisengewicht erfordern. Als das billigste stellt sich Nr. 2 dar.

Dachsysteme mit mehrfachen Unterstützungen der Sparren ist der doppelte Polonceau Nr. 9 der Tabelle oder der dreifache Fig. 11, Tafel LIII; eine Vereinigung mit dem englischen Systeme liefert die in Fig. 12, Tafel LIII gezeichnete Construction.

Die unter Nr. 14 der Tabelle vorgeführte Construction ist der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins, Jahrg. 1877, pag. 101 entnommen.

Die beiden abwärts gerichteten Streben sollen dem Abheben des Daches durch Wind entgegenwirken.

Zusammenstellung.



Wie die spätere Berechnung, Seite 837, jedoch zeigen wird, treten in Folge dieser Anordnung für fast alle Constructionsglieder **Druckkräfte** auf, wodurch ein bedeutender Materialverbrauch bedingt, somit fragliche Construction nicht empfohlen werden kann.

Die Frage: welche von den verschiedenen Dachconstructionen die vortheil-

hafteste, namentlich hinsichtlich des Materialbedarfs sei, lässt sich im Allgemeinen nicht bestimmt entscheiden.

Um jedoch ein Urtheil über die verschiedenen Constructionen in Bezug auf die erforderlichen Materialmengen zu erhalten, wurden hierauf bezügliche Rechnungen vorgenommen und deren Resultate in Vergleich gezogen.

Den betreffenden vergleichenden Rechnungen liegen folgende Voraussetzungen und Annahmen zu Grunde:

Die lichte Weite beträgt 20^m, die Binderentfernung 10^m und das Verhältniss der Höhe zur Spannweite ist $^1/_4$.

Wenn ferner Schiefer auf Winkeleisen als Deckmaterial vorausgesetzt ist, so entstehen für die verschiedenen Dachneigungen folgende Einheitsbelastungen:

Verhältniss der Höhe zur Spannweite.	1 : 4	1 : 6	1 : 1,15	5 : 12	1 : 10
Winkel α	26° 34′	18° 26′	60°	39° 48′	11° 20′
	Klg.	Klg.	Klg.	Klg.	Klg.
1) Schiefer auf Winkeleisen	46	46	46	46	46
2) Gewicht der Eisenconstruction	8,94	9,49	5,00	7,68	9,80
3) Schneelast	67,05	71,18	37,50	57,60	73,50
4) lothrechter Winddruck	36,28	24,08	50,52	51,26	15,46
Summa: pro □m	158,27	150,75	139,02	162,54	144,76

Bei der Bestimmung der Querschnitts-Dimensionen wurde für gezogene Constructionstheile und für die nicht auf Zerknickung in Anspruch genommenen Sparrenbalken eine zulässige Inanspruchnahme von 1000 Kilogr., für die gedrückten Zwischenglieder eine solche von 400 Kilogr. pro □cm vorausgesetzt.

Als Minimal-Querschnittsmaass wurde für gedrückte Theile 3,5, für gezogene 2,5 □cm angenommen.

In ähnlicher Weise wie die Vergleichsrechnung Seite 828 wurde die Rechnung für jedes System durchgeführt und, bei Berücksichtigung von 20 % Zuschlag für Niete etc., so die tabellarische Zusammenstellung Seite 829 erhalten, welche das Güte-Verhältniss zwischen den verschiedenen Constructionen erkennen lässt.

Obgleich sich nach dieser Zusammenstellung bei Specialfällen die Entscheidung für das eine oder andere System im Allgemeinen treffen lässt, so ist doch nicht ausgeschlossen, dass ein Mehraufwand an Material, bedingt durch verstärkte Construction der Zwischenglieder (Sprossen, Pfetten etc.) oder der Sparren, in Folge von Biegungsmomenten, das Güteverhältniss zweier Systeme zu Gunsten der hier als weniger vortheilhaft bezeichneten Construction verändern kann. Es muss die Wahl des Systems in jedem einzelnen Falle eingehender Untersuchung überlassen bleiben.

Da ein günstiges Pfeilverhältniss erreicht werden kann, auch, wie nachgewiesen wurde, der Materialbedarf geringer ausfällt, sollte die untere Gurtung stets mit einer Neigung nach unten angeordnet werden, wenn dies mit Rücksicht auf die freie Höhe des inneren Raumes zulässig erscheint.

Zu einem anderen System übergehend, sei die in Fig. 13, Tafel LIII gegebene einfache Dachconstruction betrachtet, welche in weiterer Ausbildung für Lagerräume Anwendung findet.

Aus den beiden, an den Auskragungen wirkenden Kräften sind die Spannungen 1 und 3, bezw. 6 und 7 zu erhalten. Aus 1 und R findet man 2 und 4, ebenso aus 7 und R_1 die Kräfte 5 und 4.

In Fig. 14, Tafel LIII ist dieses System weiter ausgebildet und wurde hier ausser der gleichmässigen Belastung nach den früheren Annahmen eine Einzellast S in dem Punkte K wirkend angenommen. Vermittelst des, aus dem beliebigen Pole O beschriebenen Polygons wurde die Resultante Q bestimmt, aus welcher sich mit Hülfe des Verhältnisses $m : n$ die lothrechten Componenten der parallelen Reactionen R und R_1 ergaben.

Wird wie bei der vorstehenden Construction Wellblech auf Winkeleisen als Deckmaterial vorausgesetzt, so werden die Einheitsbelastungen für eine Dachneigung von 1 : 2 nach der Tabelle Seite 830

1) Wellblech auf Winkeleisen .	24,00
2) Eisenconstruction	8,94
3) Schneelast	67,05
für die rechte Seite (q) = .	99,99
=	rot. 100 Kilogr.
4) Winddruck lothrecht . . .	36,32
	136,31

für die linke Seite (p) = rot. 136 Kilogr.

5) horizontaler Winddruck der linken Seite h = rot. 18 Kilogr.

Wenn die Sparrenlänge 18^m, die Bindeentfernung 4^m, so ergeben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Belastungsverhältnisse.

Metrische Belastung.	Knotenpunktsbelastungen. $l = 6^m$. Der linken Seite lothrecht.		der rechten Seite lothrecht.		der linken Seite horizontal.	
	A und C	D und F	C und B	L und G	A und C	D und F
Kilogr.	$0,4\,pl$	$1,1\,pl$	$0,4\,ql$	$1,1\,ql$	$0,4\,hl$	$1,1\,hl$
$p = 136 . 4 = 544$	1306	3590				
$q = 100 . 4 = 400$			960	2640		
$h = 18 . 4 = 72$					173	475

Ist die in dem Punkte K wirkende Last S 1000 Kilogr., so folgt für die Summe der beiden lothrechten Reactionen in E und U:

$$R + R_1 = (2 . 0,4 + 1,1)(pl + ql) + 1000$$
$$R + R_1 = 11762 \text{ Kilogr.}$$

Bestimmung der Spannungen.

Aus den beiden, in A bezw. B wirkenden Kräften werden die Spannungen 1 (Zug) und 2 (Druck) gefunden.

Für den Auflagerpunkt E sind 2 und die Reaction R bekannt und finden sich die beiden Druckkräfte 3 und 4.

Aus 1 und 3 ergiebt sich für den Punkt *D* die Druckkraft 6 und Zugkraft 5. In dem Punkte *K* sind 4, 5 und *S* bekannte Kräfte, aus welchen sich 7 und 8 finden.

In *F* liefert die Vereinigung von 6, 7 und die in diesem Punkte wirkenden verticalen und horizontalen Belastungen die Spannungen 9 und 10.

Die Kräfte des Punktes *I* sind besonders dargestellt und ist zu ersehen, dass dieselben, wie erforderlich, ein geschlossenes Polygon bilden und sich das Gleichgewicht halten. Die Spannung 9_1 wird zu Null.

§ 5. Der zusammengesetzte Polonceau.

Derselbe wird durch Fig. 8, Tafel LIV dargestellt und ist für eine Weite von etwa 25^m anwendbar.

Sind die äusseren Kräfte gegeben, kann das Auflager *B* nur lothrechten Widerstand leisten, so sind, wenn die Reactionen mit Hülfe eines Seilpolygons gefunden, die inneren Kräfte zu bestimmen. Knotenpunkt *A*: Aus *R* findet sich 1 und 2. Darauf bestimme man für den Knotenpunkt *D* aus den Kräften 1 und *d* die Resultante, bezw. 3 und 4. In dem Punkte *E* giebt die aus 2 und 3 bestehende Resultante die beiden Zugkräfte 5 und 6.

Bei dem Knotenpunkte *F* sind 4, 5 und *f* bekannte, 7, 8, 9 unbekannte Kräfte und sind diese, da ihre Zahl grösser als zwei ist, nicht direct zu bestimmen, sondern die Kräfte der Punkte *H* und *J* müssen zur Hülfe dienen. Die bekannte äussere Kraft *h* des Punktes *H* liefert nach der besonderen Figur die Grösse der Spannung 11 und den Spannungsunterschied (8—12), so dass man mittelst der nun bekannten Kraft 11 die Spannung 9 und die Differenz (13—10) finden kann.

Die vereinigten, jetzt bekannten Kräfte des Punktes *F* geben die Resultante *z*, aus welcher 7 und 8 sich darstellt, und ist aus dieser besonderen Figur ersichtlich, dass, weil die Winkel *x* und *y* einander gleich, die Spannungen der beiden Zugstangen 5 und 9 gleiche Werthe haben.

Fig. 17.

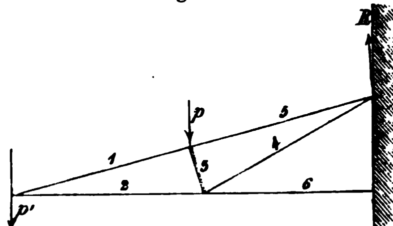


Fig. 17a.

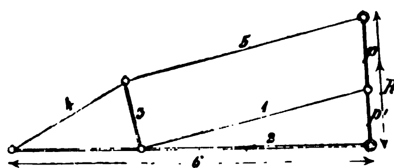
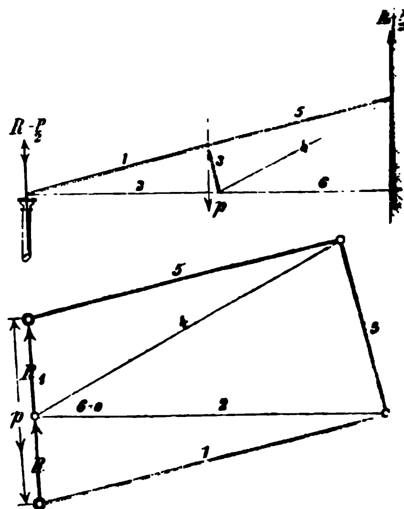


Fig. 18.



Für die folgenden Knotenpunkte sind die Spannungen in bekannter Weise zu bestimmen.

§ 6. Perron-Dächer.

Dieselben sind entweder freitragend (Fig. 17) oder haben an ihrem Ende eine lothrechte Unterstützung (Fig. 18) oder drittens statt dieser ist ein Hängeeisen (Fig. 19) angeordnet.

Die Spannungen der beiden ersteren Anordnungen sind leicht und wie in üblicher Weise zu bestimmen. Aus den bezüglichen Kräfteplänen ist Alles ersichtlich.

Die Construction Fig. 19 gehört dagegen zu den sogenannten zusammengesetzten Systemen, d. h. zu denjenigen, welche überzählige Constructionsglieder besitzen.

§ 7. Berechnung von Constructionen mit überzähligen Gliedern und der Senkung derselben.

Prof. Mohr hat in der Hannoverschen Zeitschrift, Jahrgang 1874, S. 510 mittelst des Princips der virtuellen Geschwindigkeit die Bestimmung von Fachwerkträgern mit überzähligen Constructionsgliedern angegeben. — Das Folgende ist dieser Abhandlung entnommen.

Fig. 19.

Jedes Fachwerk hat $(2m - 2n - o)$ Constructionstheile nöthig, wenn:

m die Zahl der Knotenpunkte,

n die Zahl der festen Auflager,

o die Anzahl der beweglichen Auflager

bedeutet; z. B. für ein Fachwerk, welches ein festes und ein bewegliches Lager hat, ist $n = o = 1$ und die Zahl der nöthigen Constructionsglieder $= 2n - 3$.

Es bedeutet nun:

S die unbekannte Spannung in den Constructionstheilen des zusammengesetzten Fachwerks,

$\mathfrak{S}$ die Spannung in dem einfachen, welches also $2n - 3$ Glieder hat,

$u_1\ u_2\ u_3$ diejenigen Spannungen, welche in dem einfachen Fachwerke auftreten, wenn die überzähligen Constructionstheile je mit der Spannung 1 (unbenannten Zahl Eins, ohne sonstige Belastung) angestrengt werden.

Die Grössen $\mathfrak{S}$ lassen sich auf übliche Art, bei Fortlassung der überzähligen Glieder, bestimmen. In gleicher Weise sind auch die Werthe $u_1\ u_2\ u_3$ festzustellen.

Man ändert nichts an dem Gleichgewichtszustand des Fachwerks, wenn man aus jedem der überzähligen Constructionstheile 1, 2, 3 ein Stück herausschneidet und dies durch zwei Aussenkräfte S_1, S_2, S_3 ersetzt.

Auf das von den nothwendigen Gliedern gebildete **einfache Fachwerk** wirken alsdann ausser den Belastungen, welche die Spannungen $\mathfrak{S}$ erzeugen, noch die Aussenkräfte S_1, S_2, S_3, durch welche die Spannungen $u_1 S_1$, $u_2 S_2$, $u_3 S_3$ .... hervorgerufen werden.

Wenn sonach die Spannungen S_1, S_2, S_3 .... der überzähligen Constructionsglieder bekannt sind, so ergeben sich die Spannungen der nöthigen Glieder durch die Gleichungen:

$$1) \ldots \ldots \begin{cases} S_{(1)} = \mathfrak{S}_{(1)} + u_{1(1)} S_1 + u_{2(1)} S_2 + u_{3(1)} S_3 + \ldots \\ S_{(2)} = \mathfrak{S}_{(2)} + u_{1(2)} S_1 + u_{2(2)} S_2 + u_{3(2)} S_3 + \ldots \\ S_{(3)} = \mathfrak{S}_{(3)} + u_{1(3)} S_1 + u_{2(3)} S_2 + u_{3(3)} S_3 + \ldots \end{cases}$$

oder in allgemeiner Form für ein beliebiges Constructionsglied:

$$2) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad S = \mathfrak{S} + u_1 S_1 + u_2 S_2 + u_3 S_3 .$$

Zunächst sind die Werthe S_1, S_2, S_3 ... festzustellen.

Bezeichnet man die Längenänderung eines Constructionstheiles von der Länge l mit Δl, so ist:

$$\Delta l = \frac{Sl}{EF},$$

oder, wenn:

$$r = \frac{\text{Länge}}{\text{Elasticitätsmodul . Querschnitt}},$$

$$\Delta l = Sr .$$

Ferner besteht, wie Prof. Mohr nachweist, die Gleichung:

$$3) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad \Sigma u_1 \Delta l = 0, \ \Sigma u_2 \Delta l = 0 \text{ etc.}$$

in welche $\Delta l = Sr$ bezw. der Werth aus Gleichung 2 zu bringen ist, so dass sich ergiebt:

$$4) \ldots \begin{cases} 0 = \Sigma u_1 Sr = \Sigma u_1 \mathfrak{S} r + S_1 \Sigma u_1^2 r + S_2 \Sigma u_1 u_2 r + S_3 \Sigma u_1 u_3 r + \ldots \\ 0 = \Sigma u_2 Sr = \Sigma u_2 \mathfrak{S} r + S_1 \Sigma u_2 u_1 r + S_2 \Sigma u_2^2 r + S_3 \Sigma u_2 u_3 r + \ldots \\ 0 = \Sigma u_3 Sr = \Sigma u_3 \mathfrak{S} r + S_1 \Sigma u_3 u_1 r + S_2 \Sigma u_3 u_2 r + S_3 \Sigma u_3^2 r + \ldots \end{cases}$$

Diese Gleichungen dienen zu Berechnung der Spannungen der überzähligen Constructionstheile, deren Werthe in die Gleichungen 1 zu setzen sind, um die Spannungen der nothwendigen Constructionstheile zu erhalten.

Für die Senkung folgt:

$$5) \ldots \ldots \ldots \ldots \quad s = \Sigma v S r ,$$

wenn v die Spannungen angiebt, welche durch die, in der Mitte des Trägers angebrachte Belastung »Eins« entstehen.

Wenden wir diese Formeln auf den Träger Fig. 19 an, so finden sich, unter Annahme, dass das Constructionsglied 6 das überzählige ist, nach dem Kräfteplane die Werthe für $\mathfrak{S}$. Ferner sind durch den besonderen Plan die Werthe für u gefunden und zeigt sich, dass diese für 3 und 4 zu Null werden.

In Colonne 2 bis 8 umstehender Tabelle sind die angenommenen bezw. berechneten Werthe enthalten.

Lfd. Nr.	l	F	$\mathfrak{S}$	10000000 r	100 u_1	10000 $u_1 . \mathfrak{S} . r$	100000000 $u_1^2 . r$	S	v	$v . S . r$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	250	8	— 6000	156	— 157	+ 1470	3845	— 945	— 1,62	+ 0,024
2	245	4	+ 2950	306	+ 100	+ 903	3060	— 270	+ 1,50	— 0,012
3	85	5	— 1900	85	0	0	0	— 1900	— 0,93	+ 0,015
4	260	4	+ 2950	325	0	0	0	+ 2950	+ 1,50	+ 0,144
5	250	8	— 5400	156	— 157	+ 1323	3845	— 345	— 1,25	+ 0,007
6	210	3	0	350	+ 100	0	3500	— 3220	0	0
7	670	4	+ 3800	837	+ 72	+ 2290	4339	+ 1482	0	0
						+ 5986	18589			0,178cm = Senkung

Da hier nur ein überzähliges Constructionsglied, so verwandelt sich Formel 4 in die folgende:

$$0 = \Sigma u_1 \mathfrak{S} r + S_6 \Sigma u_1{}^2 r$$

$$S_6 = -\frac{\Sigma u \mathfrak{S} r}{\Sigma u^2 r} = -\frac{\frac{5986}{10000}}{\frac{18589}{100000000}}$$

$$S_6 = -\frac{5986}{1,8589} = -3220 \text{ Kilogr.}$$

Die Werthe für S der nothwendigen Glieder sind alsdann nach Gleichung 1:

$$S = \mathfrak{S} + u S_6$$

und wird beispielsweise S für das Constructionsglied 1:

$$S_1 = -6000 + (-1,57)(-3220) = -945 \text{ Kilogr.}$$

Die Werthe S des Punktes A sind in der besonderen Figur dargestellt und halten sich das Gleichgewicht.

Hinsichtlich des Constructionsgliedes 6 ist zu bemerken, dass der Querschnitt 3 □cm für die gefundene Druckspannung von 3220 Kilogr. zu gering angenommen war und müsste eigentlich, bei Annahme eines entsprechenden Querschnitts, die Rechnung wiederholt werden.

Die Formel 5:

$$s = \Sigma v S r$$

ist auch anwendbar für eine Construction ohne überzählige Glieder, nur ist statt S, $\mathfrak{S}$ zu setzen.

So findet sich die Senkung des in Fig. 5, Tafel LIV dargestellten Polonceau-Daches laut nachstehender Tabelle zu rot. 1,3cm.

Die Werthe für v ergeben sich aus der in Folge der Belastung $\frac{1}{2}$ der Punkte E und F auftretenden Reactionen $r = r_1 = \frac{1}{2}$ wie folgt:

Aus $r = \frac{1}{2}$ erhält man 1 und 2.

Aus 2 und $\frac{1}{2}$ - - 4 - 6.

Es wird 3 zu Null und 5 = 1.

53*

Laufd. Nr.	l	F	$\mathfrak{S} = S$	10000000 r	100 u	100000 u . S . r
1	500	60	— 16800	41,6	— 113	+ 7897
2	550	16,2	16200	169,7	+ 101	+ 27766
3	250	14,7	— 6400	—	—	—
4	550	7,1	7100	387,5	+ 63	+ 17333
5	500	60	— 10460	41,6	— 113	+ 4917
6	680	9,2	9200	369,5	+ 63	+ 21416
7	500	60	— 13200	41,6	— 113	+ 6205
8	550	6,0	4200	458,3	+ 63	12127
9	500	60	15000	41,6	— 113	+ 7051
10	550	15,0	13400	183,3	+ 63	24808
11	250	14,7	— 3600	—	—	—
				Senkung	=	129520 1,29520cm

Auch die in Fig. 20 vorgeführte Construction hat ein überzähliges Constru tionsglied, für welches »9« angenommen wurde.

Fig. 20.

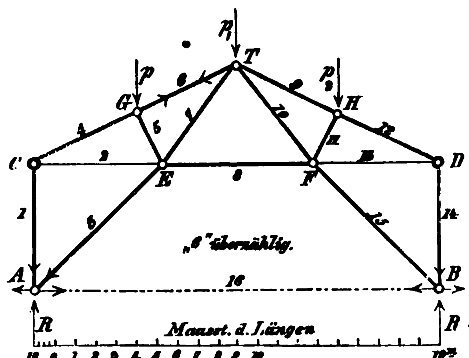
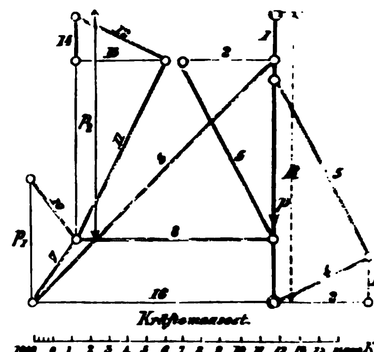
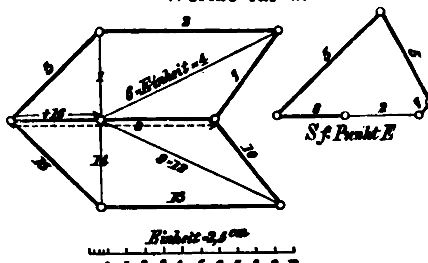


Fig. 20a.
Kräfte-Plan.



Nach Ausfall dieses, ist der Kräfteplan für $\mathfrak{S}$ zu finden und sind die ent sprechenden Werthe in Colonne 4 folgender Tabelle zusammengestellt.

Fig. 20b.
Werthe für *u*.



Nach Gleichung 4 folgt die Spannun S für »9«:

$$S_9 = -\frac{110088}{31,766} = -3466 \text{ Kilogr.}$$

Die Spannungen der nöthigen Construc tionsglieder bestimmen sich dann durch Glei chung 1:

$$S = \mathfrak{S} + uS_9$$

z. B. für »2« folgt:

$$S_2 = 4400 + \frac{89}{100}\,3466 = 7485 \text{ Kilogr.}$$

Mit Ausnahme von 2 und 13 erhalten laut nachstehender Tabelle alle Con structionsglieder Druckkräfte, wodurch also viel Material erforderlich wird. cfr Seite 829.

§ 8. Hallenartige Dächer.

Die Figuren 15 und 16, Tafel LIII stellen hallenartige Constructionen dar. Bei denselben treten an den Auflagern neben den lothrechten auch horizontale Reactionen auf.

(Tabelle zu Fig. 20 gehörig.)

Lfd. Nr. 1.	l 2.	F 3.	$\mathfrak{S}$ 4.	100 u 5.	10000000 r 6.	100000 $u \cdot \mathfrak{S} \cdot r$ 7.	100000000 $u^2 \cdot r$ 8.	S 9.
1	625	12	— 2180	+ 44,5	261	— 2532	517	— 3722
2	625	4	+ 4400	— 89	782	— 30623	6194	+ 7485
3	885	30	— 17200	— 63	148	+ 16037	587	— 15016
4	559	12	— 4900	+ 100	233	— 11417	2330	— 8366
5	275	25	— 9900	0	55	0	0	— 9900
6	559	8	0	+ 100	349	0	3490	— 3466
7	625	10	— 4100	— 56,5	313	+ 7250	999	— 2142
8	750	20	— 9700	— 100	188	+ 18236	1880	— 6234
9	559	8	0	+ 100	349	0	3490	— 3466
10	625	10	— 4100	— 56,5	313	+ 7250	999	— 2142
11	275	25	— 9900	0	55	0	0	— 9900
12	559	12	— 4900	+ 100	233	— 11417	2330	— 8366
13	625	4	+ 4400	— 89	782	— 30623	6194	+ 7485
14	625	12	— 2180	+ 44,5	261	— 2532	517	— 3722
15	885	30	— 17200	— 63	148	+ 16037	587	— 15016
16	2000	12	+ 12200	+ 44,5	834	+ 45278	1652	+ 10658
						+110088	31766	

Bei Fig. 15, Tafel LIII ergeben sich die lothrechten Reactionen zu:

$$r = r_1 = \frac{P}{2} = 3$$

Die horizontalen, an beiden Auflagern gleichen Reactionen finden sich aus der auf den Scheitel bezogenen Momentengleichung:

$$\mathfrak{H} \cdot 4{,}9 = r \frac{l}{2}$$

$$\mathfrak{H} = \frac{3 \cdot 4}{4{,}9} = 2{,}45$$

Die aus r und $\mathfrak{H}$ bestehenden Reactionen R und R_1 treffen sich in dem Scheitelpunkte C, dem Angriffspunkt der Aussenkraft.

Die Spannungen sind aus dem beigefügten Kräfteplane in bekannter Weise gefunden.

In Fig. 16, Taf. LIII tritt neben der lothrechten Belastung im Scheitel noch eine Horizontalkraft daselbst auf.

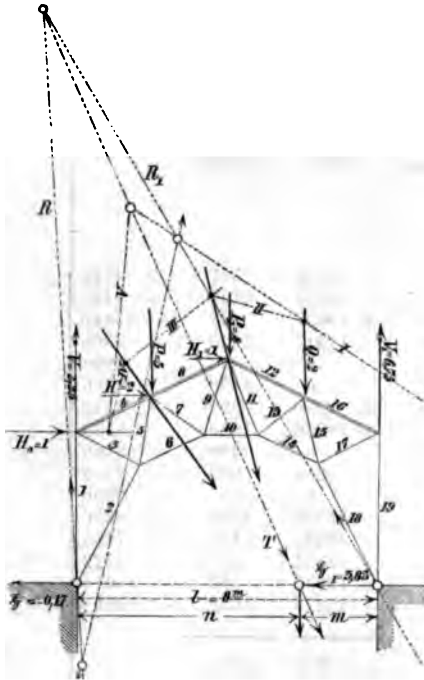
Durch Letztere werden die sonst gleichen Reactionswerthe verschieden, denn es wird der Punkt A nach Seite 825 um

$$a = \frac{Hh}{l} = \frac{2 \cdot 4{,}9}{8} = 1{,}225$$

entlastet, die Reaction bei dem Punkt B um ebensoviel vergrössert.

Zur Bestimmung der Werthe für $\mathfrak{H}$ bezw. $\mathfrak{H}_1$ hat man nunmehr:

Fig. 21.



$$\mathfrak{H} h = \left(\frac{P}{2} - a\right)\frac{l}{2}$$

$$\mathfrak{H}_1 h = \left(\frac{P}{2} + a\right)\frac{l}{2} \text{ und hieraus:}$$

$$\mathfrak{H} = \frac{1,77 \,.\, 4}{4,9} = 1,44$$

$$\mathfrak{H}_1 = \frac{4,23 \,.\, 4}{4,9} = 3,44$$

also, wie erforderlich um die Grösse der Aussenkraft = 2, von einander verschieden.

Auch hier sind die Spannungen durch den Kräfteplan leicht zu finden.

In Fig. 21 ist dieses System weiter ausgebildet und wirken auf dasselbe folgende Aussenkräfte ein:

a) lothrechte $Q = 2$, $P_1 = 4$, $P = 3$

b) horizontale $H_1 = 1$, $H = 2$, $H_0 = 1$.

Es finden sich zunächst die lothrechten Reactionen:

$V.8 = 3.6 + 4.4 + 2,2 - (H_0 4 + H 5 + H_1 6)$

$V = 2,25$.

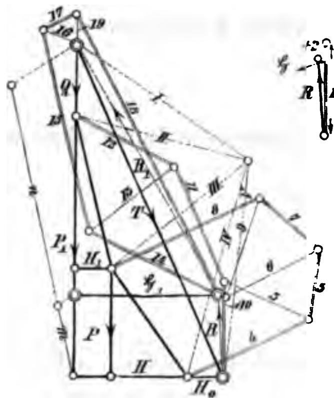
Ebenso $V_1 = 6,75$

und hierauf die Horizontalkräfte:

$$\mathfrak{H}_1 = \frac{V_1 \,.\, 4 - Q \,.\, 2}{h} = \frac{27 - 4}{6} = 3,83$$

$$\mathfrak{H}_0 = 4 - 3,83 = -0,17 \,.$$

Fig. 21ª.



Die Richtungen der beiden Reactionen R und R_1 scheiden sich mit der Resultante der Belastungen Q in einem Punkte. Da $\mathfrak{H}$ negativ ist, also R ausserhalb der Construction fällt, so wird 1 eine Druck-, 2 eine Zugkraft; auf der rechten Seite tritt das Umgekehrte ein.

Diese Dachconstruction dürfte sich, wie Fig. 6 auf Taf. LIV angiebt, für einen grösseren centralen Locomotivschuppen eignen.

§ 9. Die sichelförmigen Dächer.

Die Form dieser Träger ist meistens nach einer Parabel oder einer Kreislinie gebildet.

Die Gleichungen der Parabel sind (cfr. Fig. 7 auf Taf. LIV):

$$\left.\begin{array}{ll} y = 4f\,\dfrac{x^2}{l^2}\,, & \text{wenn } C \\ y_1 = 4fx_1\left(\dfrac{l - x_1}{l^2}\right), & \quad - \;\; A \end{array}\right\} \text{der Anfang der Coordinaten.}$$

Für den Anfangspunkt C ist die Kreisgleichung:

$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2}, \text{ in welcher}$$

$$r = \frac{l^2 + 4f^2}{8f}.$$

Der in Fig. 22 dargestellte Träger ist in jedem Knotenpunkte mit dem Gewichte $= p$ versehen. Da symmetrische Belastung, so werden:

$$R = R_1 = 3p.$$

Die Spannungen sind durch den Kräfteplan zu erhalten und wurden die der Punkte C und D, im halben Maassstabe, besonders gezeichnet.

Der in Fig. 1, Tafel LIV dargestellte Sichelträger ist mit einem überzähligen Constructionsgliede — hier 22 — versehen.

In dem Kräfteplane sind die Werthe für S theilweise punktirt angegeben.

Ferner wurden — Spalte 15, 16, 17 der Tabelle — noch die durch die Rollenreibung f entstandenen Spannungen aufgenommen, welche mittelst der Werthe für u in bekannter Weise berechnet wurden.

Bestimmung der Spannungen, die durch Temperaturveränderungen hervorgerufen werden. t_0 sei die Temperatur, welche dem spannungslosen Zustand entspricht und im Allgemeinen für jeden Constructionstheil verschiedene Werthe hat, da die Längen derselben von einander abhängen und eine mathematisch genaue Ausführung nöthig ist, damit der spannungslose Zustand überall bei derselben Temperatur eintrete. t_1 sei die wirklich herrschende Temperatur.

Durch die Temperaturdifferenz $t = t_1 - t_0$ werden Spannungen T hervorgerufen, deren Gleichung entsprechend der Gleichung 2 lautet:

6) . . . . $T = u_1 T_1 + u_2 T_2 + u_3 T_3.$

Die Längenänderung eines Constructionstheiles ist in Folge der Temperaturänderung und der Spannung T

7) . . . . $\Delta l = l\delta t + Tr,$

wenn δ den Coëfficienten der Längenausdehnung (für Schmiedeeisen $= 0{,}0000123$) bezeichnet.

In Gleichung 3 Seite 834 diese Werthe 6 und 7 eingesetzt, entsteht für nur ein überzähliges Glied:

8) . . . . $0 = \Sigma\, ul\delta t + T \Sigma\, ur^2$

$$T = -\frac{\Sigma\, ul\delta t}{\Sigma\, u^2 r}.$$

Für das überzählige Constructionsglied »22« folgt mithin:

$$T_{22} = -\frac{\frac{54}{1000}}{\frac{48404}{100000000}} = -\frac{5400000}{48404} = -112 \text{ Kilogr.}$$

Die Werthe für t_0 sind auf Grund von Beobachtungen zu berechnen, hier wurden sie beliebig angenommen und zwar:

$$t_0 = +18^0 \text{ für die Gurtungen,}$$

$$t_0 = +12^0 \text{ für die Diagonalen.}$$

Ist $t_1 = -20$ für die obere, $t_1 = -6$ für die untere Gurtung und -10 für die Diagonalen, so folgt:

$$t = t_1 - t_0 = -20 - 18 = -38 \text{ für die obere Gurtung,}$$

$$t = t_1 - t_0 = -10 - 12 = -22 \text{ für die Diagonalen,}$$

$$t = t_1 - t_0 = -6 - 18 = -24 \text{ für die untere Gurtung.}$$

Die Colonne 18 enthält die Summe der Spannungen, aus 19 sind die Ina
spruchnahmen ersichtlich. — Als Senkung ergiebt sich 0,129^{cm}.

Fig. 22.

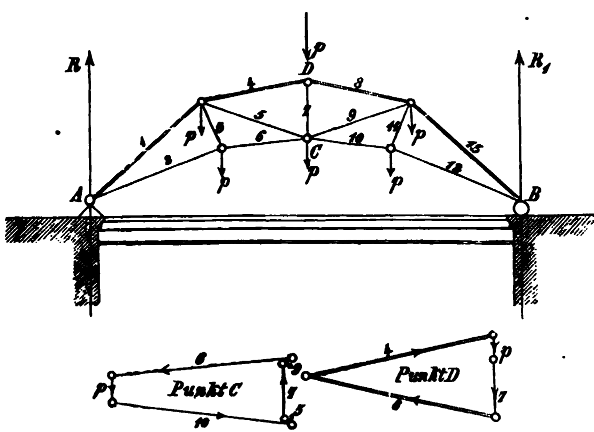
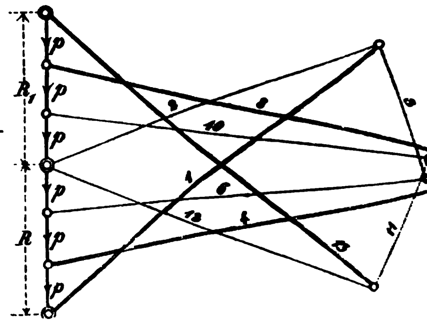


Fig. 22ᵃ.

Kräfteplan.



Berechnung de

No.	Belastung.								Senk
	l cm	F □cm	$\mathfrak{S}$ Kilogr.	$\frac{r}{10000000}$	$\frac{u}{100}$	$\frac{u \cdot \mathfrak{S} \cdot r}{100000}$	$\frac{u^2 r}{100000000}$	S Kilogr.	$\frac{v}{100}$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9	10.
1	430	60	— 2650	36	0	0	0	— 2650	— 84
2	410	40	+ 1810	51	0	0	0	+ 1840	+ 48
3	200	8	+ 450	125	— 100	— 563	1250	+ 224	— 66
4	440	60	— 2320	37	— 100	+ 858	370	— 2546	— 194
5	460	6	+ 50	383	+ 150	+ 287	8618	+ 389	+ 160
6	460	6	+ 100	383	+ 132	+ 506	6653	+ 389	+ 108
7	340	40	+ 1870	43	— 138	— 1110	819	+ 1558	— 66
8	440	60	— 2320	37	+ 54	— 464	108	— 2198	— 108
9	500	6	+ 460	417	— 87	— 1669	3156	+ 263	+ 6
10	500	6	+ 630	417	— 85	— 2233	3013	+ 438	— 60
11	320	40	+ 1420	40	+ 75	+ 426	215	+ 1590	+ 139
12	440	60	— 1900	37	— 54	+ 380	108	— 2022	— 141
13	500	6	— 30	417	+ 85	— 106	3013	+ 162	— 6
14	500	6	+ 280	417	+ 87	+ 1016	3156	+ 477	+ 37
15	320	40	+ 1570	40	— 75	— 471	215	+ 1401	+ 96
16	440	60	— 2320	37	+ 100	— 858	370	— 2094	— 127
17	460	6	+ 430	383	— 132	— 2174	6653	+ 132	+ 21
18	460	6	+ 900	383	— 150	— 5171	8618	+ 561	+ 59
19	340	40	+ 690	43	+ 138	+ 409	819	+ 1002	+ 34
20	430	60	— 2040	36	0	0	0	— 2040	— 90
21	410	40	+ 1050	51	0	0	0	+ 1050	+ 52
22	200	8	0	125	+ 100	0	1250	+ 226	0
						—10937	48404		— 182

§ 10. Bogenförmige Dächer.

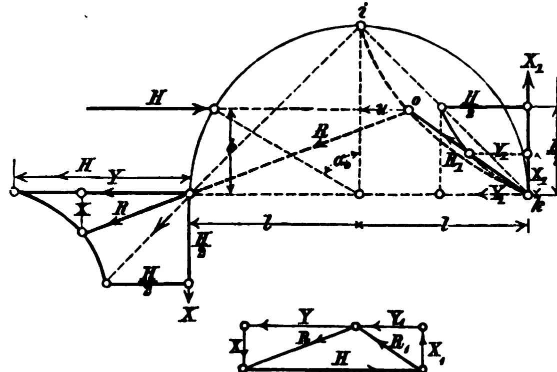
Professor Salaba in Prag hat in den »Mittheilungen des Architecten- und Ingenieur-Vereins im Königreiche Böhmen«, Jahrg. 1875, pag. 41 die Reactionen einer horizontalen, auf einen Bogen wirkenden Kraft bestimmt.

Die Vertical-Reactionen sind:

1) . . . . $X = X_1 = \frac{Hb}{2l}$ (vergleiche Fig. 7[a]).

Die Horizontal-Reactionen werden nach obiger Quelle für den Halbkreis (Fig. 23)

Fig. 23.



rs (Fig. 1, Taf. LIV).

	Temperatur.		Rollenreibung durch Kälte.			Summe der Kräfte.	Inanspruchnahme.	No.
	$\frac{\varkappa \cdot l \cdot \delta \cdot t}{1000}$	T Kilogr.	$\mathfrak{B}$ Kilogr.	$\frac{\varkappa \cdot \mathfrak{B} \cdot r}{10000000}$	W Kilogr.	$S+T+W$ Kilogr.	$\frac{S+T+W}{F}$ Kilogr.	
2.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
38	0	0	— 39	0	— 39	— 2689	— 44,82	1
24	0	0	+ 59	0	+ 59	+ 1899	+ 47,48	2
22	+ 54	+ 112	+ 15	— 1875	+ 7,5	+ 343,5	+ 42,94	3
38	+ 206	+ 112	— 36	+ 1332	+ 43,5	— 2390,5	— 39,84	4
22	— 187	— 168	+ 2	+ 1149	+ 13,3	+ 234,3	+ 39,05	5
22	— 164	— 148	+ 3	+ 1517	+ 13,0	+ 254,0	+ 42,33	6
24	+ 139	+ 155	+ 59	— 3501	+ 48,6	+ 1761,6	+ 44,04	7
38	— 111	— 60	— 46	— 919	— 41,9	— 2299,9	— 38,33	8
22	— 118	+ 97	+ 20	— 7256	+ 13,4	+ 373,4	+ 62,23	9
22	+ 115	+ 95	+ 16	— 5671	+ 9,6	+ 542,6	+ 90,43	10
24	— 71	— 84	+ 47	+ 1410	+ 52,7	+ 1558,7	+ 38,97	11
38	+ 111	+ 60	— 39	+ 779	— 43,1	— 2005,1	— 33,41	12
22	— 115	— 95	+ 6	+ 2127	+ 12,4	+ 79,4	+ 13,23	13
22	— 118	— 97	+ 8	+ 2902	+ 14,6	+ 394,6	+ 65,77	14
24	+ 71	+ 84	+ 59	— 1770	+ 53,3	+ 1538,3	+ 38,46	15
38	— 206	— 112	— 55	— 2035	— 47,5	— 2253,5	— 37,56	16
22	+ 164	+ 148	+ 25	— 12639	+ 15,1	+ 295,1	+ 49,18	17
22	+ 187	+ 168	+ 25	— 14363	+ 13,7	+ 742,7	+ 123,78	18
24	— 139	— 155	+ 39	+ 2314	+ 49,4	+ 896,4	+ 22,41	19
38	0	0	— 40	0	— 40,0	— 2080,0	— 34,67	20
24	0	0	+ 60	0	+ 60,0	+ 1110,0	+ 27,75	21
		— 112	0	0	+ 7,54	+ 121,54	+ 15,19	22
	+ 54			— 36499				

2) . . . . $\left.\begin{matrix} Y \\ Y_1 \end{matrix}\right\} = \frac{H}{2}\left[1 \pm \frac{1}{\pi}\left(2\alpha_0 - \sin 2\alpha_0\right)\right]$.

Ist dagegen ein Segmentbogen (Fig. 24) gegeben, so folgt:

$$Y - Y_1 = \frac{H \int_0^{\alpha_0} (\cos \alpha_x - \cos \alpha_0) \cos \alpha_x \, d\alpha}{\int_0^{\alpha_1} \cos \alpha_x^2 \, d\alpha}$$

Der Zähler wird:

$$\int_0^{\alpha_0} (\cos \alpha_x^2 - \cos \alpha_0 \cos \alpha_x) \, dx = \left[\frac{1}{2} \sin \alpha_0 \cos \alpha_0 + \frac{\alpha}{2} - \cos \alpha_0 \sin \alpha_0\right] = \frac{\alpha_0}{2} - \frac{\sin 2}{4}$$

Für den Nenner erhält man:

$$\int_0^{\alpha_1} \cos \alpha_x^2 \, d\alpha = \frac{1}{2} \sin \alpha_1 \, . \cos \alpha_1 + \frac{\alpha_1}{2} = \frac{\alpha_1}{2} + \frac{\sin 2\alpha_1}{4}$$

Daher:

$$Y - Y_1 = H \left(\frac{2\alpha_0 - \sin 2\alpha_0}{2\alpha_1 + \sin 2\alpha_1}\right)$$

Da $Y + Y_1 = H$, so findet man:

3) . . . . $\left.\begin{matrix} Y \\ Y_1 \end{matrix}\right\} = \frac{H}{2} \left(1 \pm \frac{2\alpha_0 - \sin 2\alpha_0}{2\alpha_1 + \sin 2\alpha_1}\right)$

Die Reactionen R und R_1 müssen die Richtung der **Aussenkraft in ein** Punkte *o* schneiden, wodurch bei Wiederholung mit anderen **Kräften eine Curve** *io* als der geometrische Ort für alle möglichen Lagen des Punktes *o*, **entsteht (cfr. Ritte** Ingenieur-Mechanik pag. 242).

Fig. 24.

Die Gleichung dieser Curve findet sich durch:

4) . . . . $0 = Y \, . \, b - X(l + u)$

und folgt nach Einsetzung der Werthe für X und Y (Gleichung 1 **und 3) für de** Segmentbogen:

$$0 = 0{,}5 \left(1 + \frac{2\alpha_0 - \sin 2\alpha_0}{2\alpha_1 + \sin 2\alpha_1}\right) = \frac{l + u}{2l} \, .$$

5) . . . . $u = \frac{2\alpha_0 - \sin 2\alpha^0}{2\alpha_1 + \sin 2\alpha_1} \, . \, l$

Ist $b = f$, d. h. $\alpha_0 = 0$, so ist $u = 0$.

Wenn $\alpha_0 = \alpha_1$, z. B. $\alpha_1 = 61^0 \, 51^1$, so wird:

$$u = l \left(\frac{2{,}158 - 0{,}832}{2{,}158 + 0{,}832}\right) = 0{,}4435 \, l$$

Die Gleichung der Curve der geometrischen Orte ist für den Halbkreis nach Einsetzung der Werthe von 1 und 2 in Gleichung 4:

6) $$u = \frac{l}{\pi}(2\alpha_0 - \sin 2\alpha_0)$$

und wird $u = 0$ für $\alpha_0 = 0$; ist dagegen $\alpha_0 = 90^0$, so folgt:

$$u = \frac{3{,}14}{\pi} \cdot l = l\,.$$

In Fig. 2, Taf. LIV ist ein bogenförmiger Träger gegeben, auf welchen die beiden Aussenkräfte:

1) $H = 1000$ Kilogr.
2) $P = 2400$ -

einwirken und welchem nachstehende Abmessungen zu Grunde liegen:

$r = 11{,}33^m$, $2l = 20$, $b = 4$, $\alpha_0 = 34^0\,29$,
$f = 6$, $x = 6{,}413$, $u = 0{,}91$, $\alpha_1 = 61^0\,51$.

Die Reactionen von H finden sich nach den obigen Gleichungen:

1) $X = \frac{4}{20} H = 0{,}2H = 200 = X_1$

2) $Y = 0{,}547H$, $Y_1 = 0{,}453 \,.\, H$.

Die Reactionen für P berechnet man nach den Formeln (cfr. Ritter, technische Mechanik, p. 240)

7) $$\mathfrak{H} = \frac{5 \,.\, P}{64 \,.\, \left(\frac{f}{l}\right)}\left\{5 - 6\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \left(\frac{x}{l}\right)^4\right\}$$

8) $$\left.\begin{matrix}\mathfrak{V}\\ \mathfrak{V}_1\end{matrix}\right\} = \frac{P}{2l}(l \pm x)$$

Nach Einsetzung der Zahlenwerthe folgt:

$$\mathfrak{H} = \frac{5 \,.\, P}{64 \,.\, 0{,}6}(5 - 6 \,.\, 0{,}411 + 0{,}169) = 0{,}3518\,P$$

$$\mathfrak{H} = 844{,}1 \text{ Kilogr.}$$

$$\left.\begin{matrix}\mathfrak{V}\\ \mathfrak{V}_1\end{matrix}\right\} = \frac{P}{20}(10 \pm 6{,}413) = \left\{\begin{matrix}0{,}821\\ 0{,}179\end{matrix}\right\} P$$

$$\mathfrak{V} = 1970{,}4,\quad \mathfrak{V}_1 = 429{,}6\,.$$

Die für den Bogenträger in Betracht kommenden Reactionen sind daher:

1) lothrechte:

$V = 0{,}821\,P - 0{,}2\,H = 1770{,}4$ = Spannung 1
$V_1 = 0{,}179\,P + 0{,}2\,H = 629{,}6$ = - 24
Summa 2400,0 Kilogr.

2) horizontale:

links: $\mathfrak{H} - Y = 0{,}3518P - 0{,}547 \,.\, H = 297{,}1$ Kilogr. = Spannung 2,
rechts: $\mathfrak{H} + Y_1 = 0{,}3518P + 0{,}453 \,.\, H = 1297{,}1$ - = - 25.

Durch Fig. 2ª, Tafel LIV sind diese Kräfte besonders dargestellt, die Reactionen R und R_1 schneiden sich mit der Resultante Q in einem gemeinschaftlichen Punkte.

§ 11. Kuppelförmige Dächer.

Der Kuppeldachform liegt gewöhnlich die cubische Parabel zu Grunde, welche sich für vorliegende Belastung, wie folgt, bestimmt (cfr. Mehrtens und Rooth, Polygonaler Locomotivschuppen, Hannoversche Zeitschrift, Jahrg. 1870, p. 355):

Es werde bezeichnet mit g die Belastung pro Einheit **horizontaler Projection**, n die Zahl der Sparren.

P das Laternengewicht auf einen Sparren,

Q das Gewicht eines Schornsteines.

Nach Fig. 3, Tafel LIV ist:

$$\text{tag.}\ \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{D\ .\ \sin\alpha}{D\ .\ \cos\alpha} = \frac{\frac{g}{n}(x^2 - r_1^2)\pi + P + Q}{H}$$

$$\int dy = \frac{g\pi}{nH}\int (x^2 - r_1^2)\,dx + \int \frac{P+Q}{H}\,dx$$

$$y = \frac{g\ .\ \pi}{nH}\left(\frac{x^3}{3} - r_1^2 x\right) + \frac{P+Q}{H}x + C$$

Die Constante C wird:

$$0 = \frac{g\ .\ \pi}{nH}\left(\frac{r_1^3}{3} - r_1^3\right) + \frac{P+Q}{H}r_1 = C$$

$$C = -\frac{2g\pi r^3}{3Hn} - \frac{P+Q}{H}r_1\ .$$

Also:

$$y = \frac{g\ .\ \pi}{3Hn}[x^3 - 3r_1^2 x + 2r_1^3] + \frac{P+Q}{H}(x - r_1).$$

Für $x = r$ ist $y = f$ und es entsteht eine Gleichung zur **Bestimmung von** H.

Für das in Fig. 4, Tafel LIV dargestellte Kuppeldach wurden **die Reactionen mit** Hülfe der Momentengleichungen, wie bei Fig. 16, Taf. LIII und Fig. 21, p. 838, **gefunden**.

Bestimmung der Spannungen.

Knotenpunkt A:

Aus R findet sich 1 und 2. Für den Punkt D ist aus 1 **und** d 3 **und** 4 **zu** erhalten.

Knotenpunkt F:

Aus 3 und f findet man 5 und 6. Die Zerlegung der **rechten Seite** ist in gleicher Weise vorzunehmen. Die erhaltenen Kräfte 2, 4 und 6 **fallen in die Ebene** der horizontal liegenden Ringe und erzeugen in diesen, wie aus Taf. LIV, **Fig. 4 Grundriss** ersichtlich, Ringspannungen, welche, je nach der Richtung **dieser Kräfte**, **positiv** oder negativ sind.

Für die Spannungen der Diagonalen sind bestimmt gültige **Formeln nicht bekannt**, und empfiehlt es sich, die Querschnitte nach ausgeführten **ähnlichen Beispielen** festzustellen.

Fernere graphische Berechnungen über Dachconstructionen hat **Verfasser veröffentlicht**:

1) in der Hannoverschen Zeitschrift 1875, für ein Dach **nach System** Polonceau;
2) im Organ für Eisenbahnwesen, Jahrg. 1876, über ein **englisches Dach**; beide bestimmt für polygonale Locomotivschuppen;
3) in dem deutschen Jahrbuche, Jahrg. 1875 und 1876, Verlag von Carl Scholtze in Leipzig,
4) in dem Kalender für Eisenbahntechniker.

XVI. Capitel.

Construction der mechanischen Anlagen für Wasserstationen.

Bearbeitet von

Georg Meyer,

Königl. Maschinenmeister der Niederschles.-Märkischen Eisenbahn zu Berlin.

(Hierzu die Tafeln LV und LVI und 2 Holzschnitte.)

---

§ 1. Allgemeines. — Ist die Anlage einer Wasserstation an einem Orte nothwendig, so handelt es sich zunächst darum, zu untersuchen, ob an der gegebenen Stelle Wasser vorhanden ist, welches dem voraussichtlichen Bedarfe genügt und dabei keine schlechten Eigenschaften besitzt, welche die Dampfproduction der Locomotivkessel beeinträchtigen oder zu starker Kesselsteinbildung Veranlassung geben können.

Das für Wasserstationen erforderliche Wasser kann man entnehmen:

1) aus Flüssen (fliessendes Wasser) und
2) aus Brunnen (Quellwasser).

Das erstere Wasser verdient immer, wenn man zwischen beiden die Wahl hat, den Vorzug vor dem Brunnenwasser wegen der grösseren Reinheit und kann dasselbe zur Verwendung beim Speisen der Locomotiven nicht genug empfohlen werden.

Oft sogar werden die Kosten, die, anstatt das Wasser aus nahegelegenen Brunnen zu nehmen, durch die Herleitung des Flusswassers auf grössere Entfernungen entstehen, vollständig gedeckt durch die Ersparniss an Unterhaltungs- und Reparaturkosten der Locomotivkessel.

Zunächst ist eine Untersuchung des Wassers in Bezug auf seine Reinheit erforderlich. Ist das Wasser unrein, so schlagen sich bei eintretender Temperaturerhöhung die im Wasser enthaltenen Salze nieder und bilden an den Kessel- und Röhrenwänden eine harte, sehr schwer zu entfernende Kruste, den sogenannten Kesselstein; dieser letztere giebt einen schlechten Wärmeleiter, isolirt dabei die Wände vor der Berührung mit dem Wasser und wirkt sonach auf dieselben indirect zerstörend ein. Es zeigt sich dieses hauptsächlich an den Wänden der Feuerkiste, bei denen wegen der Nähe des Feuers eine grössere Temperatur herrscht, welche die Ablagerung des Kesselsteins begünstigt. Wie sorgfältig man auch die Kessel reinigen mag, der Gebrauch von unreinem Wasser hat zur unvermeidlichen Folge, dass die Dauer der Feuerkiste und der Siederohre vermindert wird, wodurch erhebliche Mehrausgaben veranlasst werden.

Ist das Wasser so unrein, dass es in diesem Zustande zur Speisung der L motiven nicht verwendet werden kann, und darf gleichzeitig die Lage der Wa station nicht geändert werden, so muss man eine Reinigung des Wassers in Cisternen vornehmen.

Es ist ferner nothwendig, die Lieferungsfähigkeit der Quellen bei der An einer Wasserstation genau zu ermitteln und ist dabei zu beachten, dass die Bru Quellen die üble Eigenschaft haben, ein veränderliches Wasserquantum zu lie was bei der Regelmässigkeit des Eisenbahndienstes ein sehr zu berücksichtige Umstand ist.

Nachdem die Entscheidung über die Quelle, woraus das Wasser genom werden soll, erfolgt ist, kommt es darauf an, Vorrichtungen anzulegen, um das Wa je nach Bedarf in den Tender schaffen zu können. Dieses kann geschehen:

1) durch Wasserdruck,
2) durch Dampfdruck (Fryer'sche Anordnung),
3) durch die Zugkraft der Locomotiven (Ramsbottom'sche Vorricht zum Wassernehmen),
4) durch die im Dampfe enthaltene lebendige Kraft (Giffard's Injecte

Bei der vorstehend zuerst angeführten Anordnung ist es erforderlich, dass Wasser in entsprechend hoch gelegene Cisternen geschafft wird. Dieses gesch entweder durch natürlichen Wasserdruck bei nicht zu weit entfernten hochgelege Quellen, oder durch mechanische Hülfsmittel, Pumpen, welche das Wasser auf e entsprechende Höhe heben. Zur Bewegung der Pumpen dienen entweder Mensch kraft, Windkraft, Dampfkraft, auch wohl Wasserkraft.

Pumpen mit Handbetrieb wendet man überall da an, wo so geringe Wass quantitäten zum Verbrauch gelangen, dass sich die Anlage einer Dampfpumpe ni rentiren würde, und bei grösseren Wasserquantitäten auch wohl dann, wenn Arbeit die bei Abfertigung der Züge nothwendig sind, für die zwischen den einzelnen Züg liegende Zeit zweckmässig hierzu verwendet werden können.

Ist die Lage der Wasserstation derartig, dass in der Gegend viel Winde vo herrschend sind, so kann man auch Windmühlen als Motoren für die Bewegung d Pumpen benutzen.

Für den Fall, dass Wasserkraft zur Disposition steht, empfiehlt es sic Wasserräder resp. Turbinen zum Heben des Wassers zu verwenden.

Die Anwendung besonderer kleinerer Dampfpumpen ist überall da zu empfehle wo grössere Quantitäten Wasser genommen werden. Bei den auf grösseren Statione vorhandenen Reparaturwerkstätten benutzt man meistens die zum Betrieb der Werk zeugmaschinen erforderliche Dampfmaschine gleichzeitig zum Heben des Wassers i die Cisternen.

Wasserwerke benachbarter Städte werden endlich auch erforderlichenfalls i Anspruch genommen, namentlich dann, wenn die auf der betreffenden Station ange legten Brunnen keine genügenden Quantitäten zu liefern im Stande sind.

Bei der Construction der Cisternen, in welche das Wasser von den Pumpe geliefert werden soll, ist zunächst die Grösse resp. die Anzahl derselben für eine bestimmten täglichen Wasserverbrauch zu ermitteln.

Die Cisternen müssen so hoch gelegt werden, dass der hierdurch sich ergebend Wasserdruck genügt, um:

1) den Reibungswiderstand des Wassers in den Röhren zu überwinden un

2) eine zur raschen Füllung des Tenders genügende Ausflussgeschwindigkeit hervorzubringen.

Auch muss auf grösseren Stationen bei der Bestimmung der Höhenlage der Cisternen darauf Bedacht genommen werden, dass das Ausspritzen der Locomotivkessel u. s. w. vorgenommen werden kann.

Das Wasser muss in den Cisternen im Winter, wo das Klima es erfordert, gegen das Gefrieren geschützt werden und wird dieses auf verschiedene Weise, entweder durch einfache Umhüllungen oder durch sogenannte Vorwärmer bewirkt.

Die Communication zwischen den Cisternen und Wasserkrahnen wird durch Röhren, welche fast immer von Gusseisen sind und oft eine bedeutende Länge besitzen, hergestellt. Bei der Feststellung der Lage der Rohrleitung sucht man die möglichst kleinste Länge zu erreichen, indem man die verschiedenen Punkte, wenn möglich, durch gerade Linien verbindet.

Die Wasserkrahne kann man eintheilen in: Wandwasserkrahne und freistehende Krahne; eine besondere Art der letzteren sind die sogenannten Reservoirkrahne.

Die ersteren sind unmittelbar an der Wand des Wasserstationsgebäudes befestigt, so dass die von der Cisterne nach dem Krahne führende Rohrleitung nur sehr kurz ist.

Die freistehenden Wasserkrahne stehen oft in sehr weiter Entfernung von den Cisternen und wird deshalb zur genügend raschen Bedienung der Locomotiven oft eine Rohrleitung von sehr grossem Durchmesser oder eine sehr hohe Lage der Cisternen nothwendig.

Um dieses letztere zu umgehen, hat man eine besondere Art von Krahnen, die sogenannten Reservoirkrahne, construirt, welche zuerst auf der französischen Nordbahn angewendet sind. Dieselben tragen oberhalb des Ausgussrohres ein einer Tenderfüllung entsprechendes Wasserreservoir, welches letztere mit den Cisternen der Wasserstation durch eine Rohrleitung verbunden ist.

Der Fryer'sche Apparat zum Füllen der Tender wirkt in der Weise, dass der Dampf der Locomotive, deren Tender Wasser nehmen soll, in ein mit nur einer Ausgangsöffnung versehenes Brunnenreservoir tritt und, vermöge seiner Spannung, das Wasser in einen entsprechend angebrachten Wasserkrahn treibt.

Die Ramsbottom'sche Einrichtung zum Wassernehmen während der Fahrt besteht darin, dass in eine zwischen den Schienen befindliche, mit Wasser gefüllte Grube vom Tender ein Rohr hinabgelassen wird, durch welches das Wasser, der Fahrgeschwindigkeit der Locomotive entsprechend, in den Tender hinaufgedrückt wird.

Das directe Speisen der Tender aus einem Brunnen vermittelst des Giffard'schen Injecteurs ist auch versucht worden; man scheint aber bis jetzt noch keine günstigen Resultate damit erlangt zu haben.

§ 2. Ueber die im Wasser enthaltenen schädlichen Bestandtheile und die Mittel, dieselben zu beseitigen. — Jedes Wasser, welches aus der Erde quillt, enthält mehr oder weniger aufgelöste Salze oder erdige Beimischungen, welche im Allgemeinen der Beschaffenheit des in der Nähe befindlichen Bodens entsprechen.

Durch Verdampfung einer bestimmten Menge Wasser kann man sich leicht überzeugen, dass der feste Rückstand desselben $1/_{10000}$—$1/_{1000}$ des ursprünglichen Gewichtes und darüber beträgt.

Nach der Menge des von 1 Kilogr. Wasser erhaltenen Rückstandes kann man unterscheiden:

1) brauchbares Wasser bei 0,1—0,3 Gramm Rückstand oder $^1/_{10000}$—$^3/_{10000}$ des ursprünglichen Gewichts;
2) schlechtes Wasser bei 0,3—1,0 Gramm Rückstand oder $^3/_{10000}$—$^1/_{1000}$ des ursprünglichen Gewichts;
3) unbrauchbares Wasser bei 1,0 und darüber Gramm Rückstand, sonach von $^1/_{1000}$ des ursprünglichen Gewichts an.

Um auf möglichst einfachem Wege die Menge der den Kesselstein bildenden Salze zu ermitteln, ist von Budron und Boudet eine einfache Methode angegeben worden. Dieselbe besteht in der Ermittelung der Menge einer Seifenlösung, welche durch die Salze des zu untersuchenden Wassers zersetzt wird. Versuche hierüber sind in Deutschland von Reder (siehe Literatur) angestellt worden.

Enthält das Wasser über $^3/_{10000}$ feste Rückstände, so ist eine Reinigung desselben in den Cisternen dringend zu empfehlen und wird um so mehr nothwendig, wenn die angegebene Zahl noch bedeutend überschritten wird.

Die Wahl der Mittel zur Reinigung des Wassers wird bedingt durch die im Wasser selbst enthaltenen Bestandtheile; diese Letzteren sind hauptsächlich: kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, kohlensaure und schwefelsaure Talkerde, Kieselerde etc.

Die Beantwortung der Frage B. 9. der Düsseldorfer Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen:

»Welche Methode zur Verbesserung von Speisewasser durch chemische und mechanische Mittel und zur Verhütung des Kesselsteines hat sich bis jetzt am besten bewährt,

a) durch Behandlung des Wassers vor der Verwendung,

b) im Kessel selbst?«

ist folgende Schlussfolgerung angegeben worden:

Die Beseitigung der in den Speisewässern enthaltenen Kesselstein bildenden Substanzen ist unter allen Bedingungen anzustreben, denn durch reines Speisewasser wird die Betriebssicherheit erhöht und die Reparaturbedürftigkeit der Locomotiven wesentlich verringert.

Ist es möglich, reines Wasser zu erhalten, das bei der Verdampfung im Kessel keine Niederschläge giebt, so sind selbst namhafte Kosten zur Beschaffung desselben nicht zu scheuen.

Die Reinigung Kesselstein bildender Speisewässer hat vor deren Verwendung und nicht erst im Locomotivkessel oder Tenderbassin zu erfolgen.

Die Reinigungsmethode vom Dr. de Haën in Hannover und vom Inspector Bérenger in Wien, die auf gleichen Prinzipien beruhen, erscheinen als die rationellsten und sind neuerdings mit befriedigenden Resultaten mehrfach eingeführt worden.

Ferner wird die zweckmässige Anbringung von Schlammsäcken und Schlammfängen, die sich leicht im Betriebe entleeren lassen, an den Locomotivkesseln empfohlen.

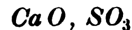
Im Organ für Eisenbahnwesen, Jahrgang 1874, p. 221 wird Ausführlicheres über das Reinigen des Speisewassers für Locomotiven, wie folgt, mitgetheilt:

Seit einem Jahre erfolgt nunmehr die Reinigung des Speisewassers nach einer vom Dr. de Haën in Hannover angegebenen Methode mittelst Chlorbarium und Aetz-

kalk, und es sind so günstige Resultate erzielt worden, dass diese Methode auf allen den Stationen, die kesselsteinbildendes Wasser haben, allgemein eingeführt wird. Die Locomotiven, die seit längerer Zeit mit dem gereinigten Wasser gespeist worden sind, zeigen nach dem Herausnehmen der Siederöhren nur noch wenige Spuren von Kesselstein, die augenscheinlich noch von früher herrühren. Das Undichtwerden und Rinnen der eisernen Siederohre hat ganz aufgehört und die Innenwände der Feuerbüchsen bleiben glatt und zeigen nicht mehr die früher in Folge zu starker Erhitzung entstandenen Beulen.

Der chemische Process der Reinigung ist ähnlich wie schon oben beschrieben folgender:

Im Wasser sind vorhanden:


CaO, SO_3


$CaO, 2CO_2$ und $MgO, 2CO_2$,

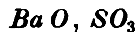
hinzugesetzt werden:


$BaCl.$


$CaO, HO.$

Diese Verbindungen setzen sich um und es bilden sich


$CaCl$ und $MgCl.$


BaO, SO_3


CaO, CO_2 und MgO, CO_2.

Die beiden ersten Salze sind im Wasser unlöslich und bilden bei der Verdampfung keinen Kesselstein. Es ist nur nöthig, von Zeit zu Zeit das im Kessel befindliche Wasser einmal abzulassen und letzteren mit frischem Wasser zu füllen, damit die Chlorcalcium-Lösung nicht zu concentrirt wird. Das Wasser im Kessel kann Chlorcalcium und Chlormagnesium bis 10° Baumé enthalten und es tritt selbst bei höheren Wärmegraden keine Zersetzung dieser Lösung ein. Kohlensaurer Kalk und Magnesia sowie schwefelsaurer Baryt sind im Wasser vollständig unlöslich und scheiden sich als weisses Pulver aus.

Die praktische Ausführung der Reinigung geschieht in folgender Weise:

Je nach dem Quantum des täglichen Wasserverbrauches werden zwei oder mehrere Klärbassins von entsprechender Grösse so angelegt, dass aus ihnen das gereinigte Wasser entweder direct in die Hochreservoire läuft oder, wenn erstere tief stehen, aus denselben in die Hochreservoire gepumpt werden kann.

Die Klärbassins werden eins nach dem andern bis zu $^3/_4$ ihrer Höhe mit dem zu reinigenden Wasser gefüllt und dann wird das nöthige Quantum Chlorbarium zugesetzt. Letzteres ist vorher in einigen Eimern Wasser, womöglich unter Erwärmung, aufzulösen. Nachdem das Chlorbarium durch Umrühren möglichst gleichmässig in dem zu reinigenden Wasser vertheilt ist, wird so viel Aetzkalk zugesetzt, bis nach gutem Umrühren sich der im Wasser entstehende Niederschlag zu Flocken bildet und ausserdem eine ganz schwache alkalische Reaction zu bemerken ist. Dann wird das Bassin vollständig gefüllt, nochmals schwach umgerührt und nach 10 bis 15 Minuten hat sich das Wasser vollständig geklärt. Die Fällung des Niederschlages geht am schnellsten und vollkommensten von Statten, wenn das Wasser, wo es angeht, vorher durch den abgehenden Dampf der Maschine auf 30 bis 35° R. erwärmt wird. Den nöthigen Aetzkalk stellt sich der mit der Wasserreinigung beauftragte Arbeiter als Kalkmilch selbst her, nur ist dabei darauf zu achten, dass diese Milch stets in möglichst gleicher Consistenz verwendet wird. In einem offenen Bottich ist dicker gut gelöschter Kalkbrei mit der sechsfachen Menge Wasser zu übergiessen, tüchtig

umzurühren, und nach einer Minute Absetzen kann die Kalkmilch oben abgeschöpft und verwendet werden. In gut gereinigtem Wasser darf weder ein Ueberschuss von Chlorbarium und Kalk, noch gelöster Gyps und doppelt-kohlensaurer Kalk oder Magnesia vorhanden sein.

Die richtige Reinigung lässt sich in folgender Weise, die auch von jedem Arbeiter begriffen und richtig ausgeführt werden kann, leicht constatiren:

Wird eine kleine Quantität gereinigten Wassers in einem reinen Glase mit etwas Glaubersalzlösung versetzt und tritt sofort eine starke Trübung ein, so ist bei der Reinigung zu viel Chlorbarium zugesetzt worden. Erfolgt dagegen nur eine leichte Trübung erst nach einigen Minuten, so war der Chlorbarium-Zusatz richtig. Taucht man in das gereinigte Wasser rothes Lakmuspapier und färbt sich dasselbe schnell blau, so ist zu viel Kalk zugesetzt worden. Zeigt sich dagegen erst nach einer halben Minute eine leichte blaue Färbung, so war das richtige Kalkquantum zugesetzt worden.

Versetzt man eine Probe des gereinigten Wassers mit klarer filtrirter Chlorbariumlösung, so zeigt eine entstehende Trübung der Mischung an, dass zu wenig Chlorbarium verwendet worden ist.

Ebenso zeigt eine Trübung des gereinigten Wassers, welche entsteht, wenn eine filtrirte klare Aetzkalklösung zugesetzt wird, dass zu wenig Kalk zur Reinigung genommen worden ist.

Durch diese einfachen Proben kann man sehr leicht die zur Reinigung des Wassers nöthigen Quantitäten von Chlorbarium und Kalk genau bestimmen und es lässt sich dadurch auch die richtig ausgeführte Reinigung leicht controliren. Vor allen Dingen ist ein zu grosser Kalkzusatz zu vermeiden, da von dem überflüssigen Kalk ebenfalls Kesselstein gebildet wird. Die Arbeiter lassen sich sehr leicht hierzu verleiten, da ein Ueberschuss von Kalk die schnelle Klärung des Wassers sehr befördert.

Die schnelle Klärung des zu reinigenden Wassers nach dem Zusatze von Kalk ist nicht Folge eines chemischen, sondern eines rein mechanischen Processes. Wird dem ungereinigten Wasser zunächst Chlorbarium zugesetzt, so scheidet sich schwefelsaurer Baryt in ganz ausserordentlich kleinen Theilchen aus, so dass das Wasser wie eine gleichmässig getrübte Flüssigkeit erscheint und eine vollständige Klärung erst nach mehreren Tagen eintritt. Sobald jedoch Aetzkalk zugesetzt wird, scheidet sich kohlensaurer Kalk und zwar in Flocken aus, die in Folge ihrer Grösse schnell zu Boden sinken, dabei aber die feinen Baryt-Theilchen einhüllen und mit sich nehmen, so dass eine sehr schnelle Klärung eintritt. Es ist deshalb auch vortheilhaft, den auf dem Boden der Klärbassins sich sammelnden Niederschlag nicht sofort zu entfernen, sondern mehrere Tage liegen zu lassen und bei jeder Reinigung wieder leicht mit aufzurühren. Dadurch erfolgt die Klärung schneller und vollständiger wie sonst.

Ueber den Erfolg der Reinigung ist Folgendes festgestellt worden:

Auf Station Erfurt werden in 24 Stunden circa 250 Cbmeter Wasser gereinigt und verbraucht, und es sind zu diesem Zwecke 4 Klärbassins à 9,3 Cbmeter Rauminhalt und 4 Sammelbassins von gleicher Grösse vorhanden.

Das ungereinigte Wasser enthält in 1 Kilogr.:

	0,25 Gramm	doppeltkohlensauren Kalk,
	0,05 -	doppeltkohlensaure Magnesia,
	0,23 -	schwefelsauren Kalk
in Summa	0,53 Gramm	Kesselsteinbilder.

Es werden zur Reinigung zugesetzt pro Bassin 7,5 Kilogr. 80gradiges Chlorbarium und 3,3 Kilogr. Kalkbrei = 1,44 Kilogr. reiner Aetzkalk, dies giebt pro 1 Kilogr. Wasser einen Zusatz von:

0,83 Gramm Chlorbarium,
0,16 - reinen Aetzkalk.

Bei den vorgenommenen Analysen des auf diese Weise gereinigten Wassers fanden sich in 1 Kilogr.:

0,00 Gramm doppeltkohlensaurer Kalk,
0,00 - schwefelsaurer Kalk,
0,07 - überschüssiger Aetzkalk,
0,32 - Chlorcalcium

In Weissenfels werden in 24 Stunden circa 310 bis 340 Cbmeter Wasser verbraucht und es sind in 1 Kilogr. desselben enthalten:

0,25 Gramm doppeltkohlensaurer Kalk,
0,31 - schwefelsaurer Kalk
in Summa 0,56 Gramm Kesselsteinbilder.

Zur Reinigung werden zugesetzt pro Kilogr. Wasser:

1,03 Gramm Chlorbarium und
0,21 - reiner Aetzkalk.

Das gereinigte Wasser enthält nach der Analyse in 1000 Gramm:

0,00 Gramm doppeltkohlensauren Kalk,
0,00 - schwefelsauren Kalk,
0,30 - Chlorcalcium,
0,08 - überschüssigen Aetzkalk.

Das Chlorcalcium zersetzt sich nicht im Kessel und der geringe Ueberschuss von Aetzkalk hat keine Nachtheile gezeigt.

Die Kosten der Reinigung mit Chlorbarium und Aetzkalk betragen:

in Erfurt 2,1 Mark } pro 10 Cbmeter.
- Weissenfels 2,4 - }

Dieselben werden sich stets nach dem Gypsgehalt des zu reinigenden Wassers richten und dürften wohl in den meisten Fällen wesentlich niedriger sein, da ein Gypsgehalt des Wassers von 3 pro Mille wie in Weissenfels als ein ausserordentlich hoher zu bezeichnen ist.

Auf Station Apolda enthält das Wasser pro 1000 Gramm:

0,26 Gramm doppeltkohlensauren Kalk und Magnesia,
0,02 - schwefelsauren Kalk.

Die Reinigung dieses Wassers kostet pro 10 Cbmt. an Chlorbarium und Kalk circa 16 Pfennige.

Eine wesentliche Verminderung der Kosten bei der Reinigung mit Chlorbarium wird sich noch durch die verbesserte und billigere Darstellung desselben und die wohl mögliche Verwerthung des als Rückstand gewonnenen schwefelsauren Baryts erzielen lassen.

Hierzu sei noch bemerkt, dass die Reinigung des Speisewassers für Locomotiven nach der de Haën'schen Methode auf der Thüringischen Bahn seit 1873 mit günstigem Erfolge angewendet wird.

Auf ähnlichen Principien beruht die von Bérenger (Inspector der österreichischen Südbahn) und Stingl (Präparator der polytechnischen Schule in Wien)

ausgeführte Methode der Reinigung des Kesselspeisewassers (hierher auch Organ 1873, p. 202).

Diese Methode zerfällt in 2 Theile: den chemischen, und den mechanischen Theil. Was den ersteren betrifft, so können hierdurch nicht nur kohlensaure Salze enthaltende Wässer gereinigt werden, sondern auch Wässer, welche kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia, schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesia enthalten.

Zur Fällung der erwähnten Verbindungen wird nie Kalk und Chlorbarium, sondern eine Lösung von Kalk und Aetznatron — oder Aetznatron und Soda — je nach der Natur des Wassers, verwendet. Man erreicht durch die Verwendung des Aetznatrons den Vortheil, dass zuerst ein Theil der kohlensauren Salze, besonders die kohlensaure Magnesia (die durch Aetzkalk nicht gefällt wird — ausser wenn es in grossem Ueberschusse vorhanden), gefällt wird. Hierdurch verwandelt sich das Aetznatron in kohlensaures Natron und dies wirkt sehr kräftig und rasch auf den Gyps und die schwefelsaure Magnesia, wodurch kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia gefällt werden und schwefelsaures Natron gebildet wird, das in Lösung bleibt. Es werden also in das Wasser keine Chlorverbindungen gebracht, die die Kesselbleche angreifen (wie sich Jedermann leicht überzeugen kann), sondern schwefelsaures Natron, welches den Siedepunkt nicht erhöht, wie das Chlorcalcium. Ist in einem Wasser das für die Kesselfläche schädliche Chlormagnesium enthalten, so wird es durch das Aetznatron zersetzt in Kochsalz und Magnesiumoxydhydrat. Nach den Untersuchungen Wagner's schützen alkalische Körper die Bleche vor dem Rosten.

Fig. 1.

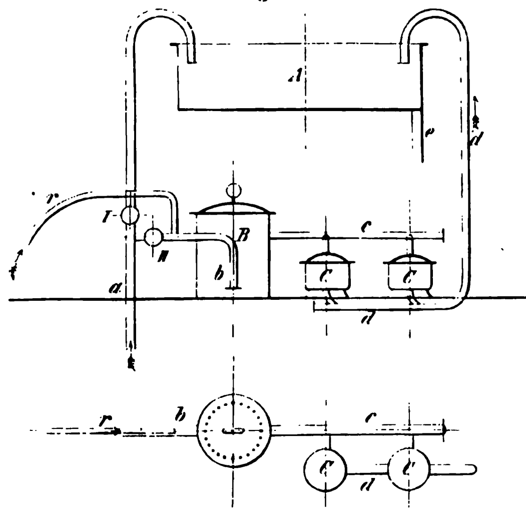


Fig. 2.

Diese Methode ist ferner eine automatisch wirkende und vollführt sich in hermetisch geschlossenen Apparaten, so dass der ganze Apparat in jede Druckleitung eingeschaltet werden kann und das Wasser präparirt und filtrirt wird — continuirlich —, wie es eine Wasserleitung oder eine Pumpe liefert.

In nebenstehenden Fig. 1 u. 2 ist eine Skizze dieses Apparates dargestellt. *A* ist das Wasserreservoir, in welches durch *a* das Wasser durch eine Pumpe oder sonst eingehoben wird.

Will man diese Reinigungs-Methode einführen, so zweigt man von *a* die Röhre *b* ab und leitet durch diese Röhre *b* das zu reinigende Wasser durch unseren Apparat. Die Hähne *I* und *II* gestatten dies.

Das Wasser gelangt zuerst in den sogenannten Melangeur B. Zuvor wird ihm mittelst einer kleinen regulirbaren Pumpe (sie braucht im Maximum 10% des gesammten zu präparirenden Wassers zu liefern) die richtige Menge des chemischen Reagens durch *r* eingespritzt. In dem Melangeur B vollzieht sich die chemische Reaction. Das Wasser sammt dem Niederschlage gelangt durch das

Sammelrohr *c* auf die Filter *C*. In denselben wird selbst der feinste Niederschlag zurückgehalten und das klare Wasser sammelt sich in dem Rohre *d* und steigt durch den ursprünglichen Druck in das Reservoir *A*. Die Filter sind mit einem Gemenge von Coke und Hobelspähnen gefüllt und müssen natürlich von Zeit zu Zeit (3 zu 3 Wochen) frisch gefüllt werden.

Ein Filter von 1 Meter Durchmesser und 1 Meter Höhe liefert pro Stunde circa 3,2 Cbmeter Wasser. Für grössere Anlagen werden die Filter etwas vergrössert, z. B. liefern 6 solche Filter bei Wallaers Frères in Lille 800 Cbmeter Wasser in 10 Stunden.

Die chemischen Reagentien werden in einem Bottich gelöst, woraus die kleine Reagenspumpe die richtige Menge nimmt.

Diese Methode ist jetzt von drei grossen Bahnen erworben:

1) von der österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft,
2) von der französischen Nordbahn,
3) von der österr. Südbahn.

Es dürfte hier noch anzuführen sein, dass gutes, reines Speisewasser die Eigenschaft hat, alten, durch unreines Wasser gebildeten Kesselstein theilweise wieder aufzulösen.

Diese Erscheinung lässt sich beim Reinigen stark mit Kesselstein behafteter Kessel mit Vortheil benutzen. Man füllt die Letzteren alsdann mit reinem Wasser und heizt die Kessel während 12 Stunden, ohne die Maschine in Thätigkeit zu setzen. Am Ende dieser Zeit wird man alsdann finden, dass der Kesselstein fast vollständig gelöst ist und nur erübrigt, denselben durch das Mannloch oder die Reinigungslöcher zu entfernen.

Welche pecuniären Vortheile man durch gutes Speisewasser zu erlangen im Stande ist, wird zur Genüge dargethan durch die auf der Bahn von Warschau nach Petersburg in dieser Beziehung erlangten Resultate. (S. Organ für Eisenbahnwesen 1867, p. 108.)

§ 3. Erforderliche Wassermenge für eine Wasserstation. — Der tägliche Bedarf einer Wasserstation an Wasser ist abhängig von der Zahl der täglich innerhalb 24 Stunden verkehrenden Züge, von der Entfernung der beiden benachbarten Wasserstationen, von der Grösse und Inanspruchnahme der Locomotiven und von dem Fassungsraume der Wassercisterne der Tender.

Um die von den Locomotiven für eine bestimmte Arbeitsleistung verbrauchte Wassermenge zu ermitteln, sind namentlich von Pambour und Redtenbacher theoretische Formeln aufgestellt worden, welche indessen nicht geeignet sind, um danach den wirklichen Wasserverbrauch genau ermitteln zu können.

Zuverlässigere Resultate geben schon diejenigen Formeln, die man mit Hülfe von Erfahrungsresultaten, welche unter Mitbenutzung von Indicator-Diagrammen gewonnen sind, aufgestellt hat.

Bezeichnet S das verbrauchte Wasser in Cubikmetern pro Stunde, N die Zahl der Maschinenpferde und a die Dampfadmission im Cylinder in Procenten des Kolbenhubes, so ist

nach Clark: $$S = \frac{(0{,}22\,a + 14)N}{2200},$$

nach Welkner: $$S = \frac{(0{,}16\,a + 18)N}{2200}.$$

Diese Formeln entsprechen aber auch noch nicht genau dem wirklichen Wasserverbrauch im Tender, weil der aus dem Kessel nach den Cylindern strömende Dampf nie ganz trocken ist, ferner durch Abblasen der Sicherheitsventile stets Dampf verloren geht, sowie auch durch Condensation des Dampfes in den Röhren, Cylindern u. s. w. Verluste entstehen.

Welkner fand bei seinen Versuchen den Gesammtwerth dieser Verluste zu 17 %. Pambour schätzte denselben seiner Zeit auf 24 %; Lechatelier fand 18 %; Clark fand bei seinen umfassenden Versuchen einen Werth von 3,2 bis 32,5 %.

Nach Goschler ist der wirkliche Wasserverbrauch der Locomotiven:

1) für Schnellzugmaschinen: 3300—4000 Kilogr. pro Stunde oder 58 bis 66 Kilogr. pro Kilometer;
2) für Maschinen für gemischte Züge: 3000—3600 Kilogr. pro Stunde oder 75—90 Kilogr. pro Kilometer;
3) für Güterzugmaschinen: 2700—3600 Kilogr. pro Stunde oder 108 bis 144 Kilogr. pro Kilometer.

Es ist noch Rücksicht darauf zu nehmen, dass jede Wasserstation die benachbarte für den Eintritt von Reparaturen muss unterstützen können, dass ferner eine Maschine die vorhin angegebenen Verbrauchsquantitäten an Wasser bedeutend überschreitet, sowie endlich, dass auf den Hauptstationen das Wasser noch für andere Zwecke, als Ausspritzen der Locomotivkessel, Speisung der stehenden Dampfkessel u. s. w. gebraucht wird.

Es ist daher zweckmässig, die aus den vorhin angegebenen Daten ermittelten Werthe zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Wasserstation noch um eine gewisse Grösse zu vermehren.

Je nach der Grösse des täglichen Verbrauches, resp. der Grösse des Cysternen-Inhaltes, theilt man die Wasserstationen auch wohl in 3 verschiedene Classen ein. Auf der Venlo-Hamburger Bahn haben die Wasserstationen I. Classe Dampfpumpen mit Wasserreservoirs von 77 Cubikmeter Inhalt, diejenigen II. Classe Dampfpumpen mit Wasserreservoirs von 39 Cubikmeter Inhalt und endlich diejenigen III. Classe Handpumpen mit Wasserreservoirs von 19 Kubikmeter Inhalt.

Die für Wasserstationen erforderlichen Brunnen erhalten gewöhnlich einen Durchmesser von 2—3^{m} und ist die Entfernung derselben von den nächsten Baulichkeiten zu mindestens 5^{m} anzunehmen.

§ 4. Wasserstationen mit natürlichem Wasserdruck zum Füllen der Cisternen. — Hat man in der Nähe der Wasserstation eine hochgelegene Quelle, deren Niveau hoch genug über den Cisternen ist, um den in der alsdann erforderlichen Rohrleitung vorhandenen Widerstand zu überwinden und welche im Uebrigen die für eine Wasserstation erforderlichen Eigenschaften besitzt, so empfiehlt es sich, direct von der Quelle aus durch den vorhandenen Wasserdruck die Cisternen zu speisen.

Bei derartigen Anlagen ist immer zu erwägen, ob durch eine Verringerung des Durchmessers der Rohrleitung und gleichzeitige Vermehrung der Cisternen eine Verminderung des Anlagecapitals u. s. w. herbeigeführt werden kann.

Die zur Bestimmung des Durchmessers der Röhrenleitung erforderlichen Formeln sind im § 16 angegeben, sowie auch die in Bezug auf Röhrenleitungen noch weiter in Betracht zu ziehenden Umstände sich in den §§ 17, 18 und 19 vorfinden.

Auf der Hannoverschen Staatsbahn sind die Wasserstationen zu Dransfeld, Münden, Goslar und Herzberg in dieser Weise ausgeführt.

In Dransfeld wird durch eine 1600^m lange gusseiserne Rohrleitung, welche $0^m,052$ lichte Weite bei $0^m,006$ Wandstärke besitzt, das Wasser in die Cisternen geschafft. Die disponible Druckhöhe beträgt hierbei $58^m,7$ und liefert dieselbe in 24 Stunden 150^{cbm} oder 40 Tenderfüllungen. Die Zuführung des Wassers in die Cisternen wird durch einen Schwimmer selbstthätig regulirt.

Bei der Wasserstation in Goslar beträgt die Länge der gusseisernen Rohrleitung 1376^m bei $16^m,7$ Druckhöhe, der Durchmesser der Rohrleitung beträgt $0^m,079$. Die Leitung ist von aussen und innen mit einem Anstrich von Asphalt, Goudron und Theer versehen. An dem $16^m,07$ unter dem Ausguss in die Cisternen liegenden tiefsten Punkte der Rohrleitung ist ein Windkessel mit Schlammkasten gleichzeitig zur Spülung der Rohrleitung eingerichtet; ein zweiter Windkessel befindet sich in der Nähe des Maschinenhauses. Diese letztere Rohrleitung kostet excl. des Brunnenhäuschens, sowie eines Einleitungscanals mit Bassin und Filtrirapparat pro lauf. Meter = 5,83 Mark.

§ 5. Allgemeines über Pumpen. — Es sei Q das von einer Pumpe pro Secunde zu liefernde Wasserquantum in Cubikmetern, d der Durchmesser des Pumpencylinders in Metern, h der Kolbenhub in Metern, n die Anzahl der Doppelhübe pro Minute, v die Kolbengeschwindigkeit in Metern pro Secunde, welche mindestens $0^m,15$, in der Regel $0^m,3$, höchstens $0^m,45$ beträgt, so ist das theoretische Wasserquantum, was eine Pumpe zu liefern im Stande ist:

a) für einfach wirkende Pumpen:

$$Q = \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{4} h\,,$$

b) für doppelt wirkende Pumpen:

$$Q = \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h\,.$$

Da der Nutzeffect der Pumpen bei sorgfältiger Construction und Ausführung sowie nicht zu hoher Kolbengeschwindigkeit zu 0,85 bis 0,9 und für gewöhnlich zu 0,8 bis 0,85 oder im Mittel zu 0,85 angenommen werden kann, so ist die wirklich geförderte Wassermenge:

a) für einfach wirkende Pumpen im Mittel:

$$Q = 0,85 \,.\, \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{4} h\,;$$

b) für doppelt wirkende Pumpen im Mittel:

$$Q = 0,85 \,.\, \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h\,.$$

Setzt man voraus, dass man ein Wasservolumen Q_1 während eines Zeitraumes von t Stunden haben will, so hat man für einfach wirkende Pumpen:

$$Q_1 = 0,85 \frac{n}{60} \,.\, \frac{d^2 \pi}{4} h \,.\, t \,.\, 3600\,,$$

und für doppelt wirkende:

$$Q_1 = 0,85 \,.\, \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h \,.\, t \,.\, 3600\,.$$

In den letzten beiden Gleichungen ist Q_1 bekannt; ferner nimmt man für v eine mittlere Kolbengeschwindigkeit von $v = 0^m,3$, und setzt $t = 8$ Stunden im Mittel. Nimmt man alsdann vorläufig $h = 2\,d$ an, so lässt sich der Werth von d bestimmen.

Der Werth von Q_1 ist aber selten für zwei Wasserstationen genau gleich; man müsste also, den vorstehenden Zahlenwerthen nach, fast für jede Wasserstation eine andere Pumpe construiren. Um nun für verschiedene Werthe von Q_1 doch dieselben Pumpen anwenden zu können, ist es zweckmässig, die Werthe von n und t innerhalb gewisser Grenzen zu verändern, ohne gleichzeitig damit irgend welche Nachtheile zu verbinden, und liegt hierin ein Mittel, um die Zahl der Pumpenmodelle für die sämmtlichen Wasserstationen einer Bahn auf ein Minimum, etwa zwei oder drei, zu beschränken.

Die Grenzen, innerhalb welcher sich der Werth von n bewegen kann, werden durch die Kolbengeschwindigkeit, welche von $0^m,15$ bis $0^m,45$ zunehmen kann, bedingt. Es kann also die Zahl n, da dieselbe der Kolbengeschwindigkeit direct proportional ist, um $^1/_2$ zu- oder abnehmen, während die Zahl der Arbeitsstunden 4 bis 12 betragen kann. Es können sonach die Wassermengen ganz beträchtlich variiren, ohne dass die Anwendung eines zweiten Pumpenmodelles erforderlich wird.

Es ist hierbei noch zu bemerken, dass nach den Versuchen von Chavès bei doppelt wirkenden Pumpen für Umdrehungszahlen von 21—67 pro Minute der Wirkungsgrad von 0,91 bis auf 0,6 fiel, dass bei Druckpumpen mit Plungerkolben für 14—15 Umdrehungen pro Minute derselbe von 0,95 auf 0,75 fiel, dagegen bei Saugepumpen bei 27—60 Umdrehungen pro Minute von 0,93 auf 0,98 stieg. Bei Vermehrung der Umdrehungszahlen nimmt also bei doppelt wirkenden und einfachen Druckpumpen der Wirkungsgrad ab, während er bei Saugepumpen zunimmt.

Die Construction der Pumpen ist möglichst einfach zu machen, da alsdann auch sehr wenig Reparaturen, welche für Stationen, auf denen keine Werkstätten sind, immer sehr theuer kommen, eintreten.

Die Kolben werden entweder mit Lederdichtung hergestellt, oder als Plungerkolben construirt. Die Ersteren haben den Vortheil, dass der schädliche Raum möglichst klein wird; die Zweiten empfehlen sich dagegen durch weniger und leichter auszuführende Reparaturen.

Den Durchmesser der Saug- und Druckröhren macht man etwa gleich $^2/_3$ des Kolbendurchmessers; bei grösseren Längen ist eine genauere Bestimmung erforderlich.

Bei den Ventilen macht man den freien Querschnitt so gross als die Röhren, und vermeidet möglichst alle Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen des Wassers.

Die grösste Sorgfalt ist bei den Pumpen auf die Herstellung der Ventile zu verwenden. Sie müssen in gut geschlossenen Gehäusen, welche leicht zugänglich sind, angebracht sein, weil bei Eintritt eines fremden Körpers die Ventile sehr leicht den Dienst versagen und es alsdann von Wichtigkeit ist, möglichst rasch zu denselben zu kommen.

Um das Schlagen der Pumpen zu verhüten, bringt man einen Lufthahn am Saugrohr möglichst in der Nähe des Saugventils an oder beschwert die Ventile; ferner bringt man auch wohl oberhalb der Ventile einen Raum an, in dem sich Luft ansammelt und welche alsdann vermöge ihrer Elasticität die Stösse mildert. Zu demselben Zwecke macht man diese Organe möglichst gross, um die Geschwindigkeit des durchgehenden Wassers zu verringern.

Die theoretische Saughöhe für eine Pumpe ist $10^m,3$; die Unvollkommenheit unserer Pumpen gestattet nur bis zu einer Saughöhe von $6—7^m$ zu gehen. Ausserdem ist diese Höhe noch thunlichst zu vermindern, weil es einestheils sehr schwierig ist, das Eintreten von Luft in die Saugröhren zu vermeiden und anderntheils absolut dichte Verbindungen bei der Rohrleitung nicht herzustellen sind. Es ist daher auch vortheilhaft,

möglichst kurze Saugrohrleitungen anzuwenden. Man legt die Saugrohrleitungen nach der Pumpe zu stets ansteigend. Die Anwendung eines Brunnenventils ist zu empfehlen.

Die Pumpengruben müssen so construirt werden, dass eine Reparatur resp. Revision der Pumpe in allen ihren Theilen leicht vorgenommen werden kann; ebenso ist der Canal für das Saugrohr so anzulegen, dass das Letztere zu jeder Zeit revidirt werden kann.

Sowohl für die Druck- als auch für die Saugrohrleitung sind Windkessel, welche für die Erstere je nach der Länge der Rohrleitung den zwei- bis sechsfachen Inhalt der Pumpe, für die Letztere dagegen je nach der Länge der Rohrleitung den fünf- bis funfzehnfachen Inhalt der Pumpe haben müssen, anzuwenden.

Es ist zweckmässig, bei jeder Wasserstation, wo für den ganzen Bahnhof nur eine Pumpe vorhanden ist, eine Reservehandpumpe zu haben, um vorkommenden Falls bei Reparaturen der gewöhnlich benutzten Pumpe nicht in Verlegenheit zu gerathen.

§ 6. Allgemeines über die für Pumpen anzuwendenden Motore. — Bezeichnet H die Höhe, auf welche das Wasser zu heben ist und welche im Mittel $9^m,5$—$12^m,5$ beträgt, h den durch die Reibung des Wassers an den Röhrenwänden, durch das Eigengewicht der Ventile u. s. w. entstehenden Druckhöhenverlust, P das Gewicht des Wassers, welches während der Zeit T, welche die Anzahl der täglichen Arbeitsstunden der Pumpe repräsentirt, gehoben werden muss, so ist die erforderliche Arbeit A:

$$A = \frac{P\,.\,(H + h)}{T\,.\,3600}\,.$$

Um die wirkliche Leistung des Motors zu erhalten, hat man den vorstehenden Werth noch mit einem Coëfficienten, der im Mittel 1,5 beträgt, zu multipliciren.

Wenn man das alsdann erhaltene Resultat noch durch 75 dividirt, so erhält man, wenn H und h in Metern und P in Kilogrammen angegeben sind, die für eine bestimmte Brutto-Arbeitsleistung der Pumpe erforderliche Anzahl Pferdekräfte N:

$$N = 1,6\,\frac{P\,(H + h)}{T\,.\,3600\,.\,75}\,.$$

Die Kraft des Motors wird annähernd nach vorstehender Gleichung bestimmt; um aber etwa eintretenden grösseren Anforderungen an die Wasserstation Genüge leisten zu können, ist es erforderlich, die Stärke des Motors so zu wählen, dass er eine beträchtlich grössere Arbeit hervorzubringen im Stande ist. Die Wahl des Motors, ob Menschenkraft oder Dampfkraft anzuwenden ist, muss immer einer genauen Calculation unterzogen werden. Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass die Anwendung einer besonderen kleinen Dampfpumpe für eine Wasserstation dann in Erwägung zu ziehen sein wird, wenn die Arbeit mit einer gewöhnlichen Handpumpe während einer Arbeitszeit von 12 Stunden dem vorhandenen Wasserbedarfe nicht genügt.

Nach den Versuchen von **Chavés** ist zu einer Arbeitsleistung von 100000 Met.-Kilogr. bei 10—13^m Förderhöhe nöthig: 1,3 Tagearbeiten bei einer Hebelpumpe, 0,7 Tagearbeiten für eine Pumpe mit Kurbel und Schwungrad, 6,9 Kilogr. Steinkohlen bei Dampfpumpen mit feststehenden Maschinen, 4,2 Kilogr. Steinkohlen bei Pumpen mit Locomobilbetrieb. Es ist hierzu zu bemerken, dass die Zahl 6,9 Kilogr. für Dampfpumpen u. s. w. unter ungünstigen Umständen gewonnen zu sein scheint, und kann man angemessen dafür 6 Kilogr. annehmen.

§ 7. Handpumpen. — Die Bewegung der Handpumpen geschieht entweder mittelst eines Hebels oder einer Kurbel; bei Anwendung der Letzteren wird auch wohl noch für grosse Hubhöhe ein Zahnradvorgelege eingeschaltet.

Nach den Versuchen von Chavés kann ein Mann bei zehnstündiger Arbeitszeit, wovon fünf Stunden zu wirklicher Arbeit und fünf Stunden zur Ruhe verwendet werden, mit einer Hebelpumpe eine Leistung von 75000 Met.-Kilogr. hervorbringen, während bei derselben Pumpe mit Kurbel und Schwungrad eine Leistung von 142000 Met.-Kilogr. erzielt wurde. Diese grössere Leistung giebt den Handpumpen mit Kurbel und Schwungrad unbedingt den Vorzug. Die besten Resultate wurden bei diesen Versuchen erhalten durch eine Kurbel von $0^m,33$ bis $0^m,35$ Länge mit einer Kraftwirkung von 6 Kilogr. und einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 Umdrehungen pro Minute.

Eine auf den Sächsischen Staatsbahnen gebräuchliche Handpumpe ist in Fig. 6 und 7, Tafel LV dargestellt.

An dem Hebel *h*, welcher auf dem Steigrohre *d* entsprechend gelagert ist, arbeiten in der Regel drei Mann, während ein vierter zur Ablösung dient. Der Hebel *h* nimmt an seinem kurzen Ende eine Zug- resp. Druckstange *z* auf, welche am unteren Ende den Pumpenkolben *k* führt. Der Kolben *k* enthält gleichzeitig das Druckventil *o*, während das Saugventil sich in einem mit dem Pumpenstiefel *t* aus einem Stücke bestehenden Gehäuse *g* befindet. Das Letztere ist mit einem Deckel *m* versehen, um leicht zum Ventile gelangen zu können. Am oberen Ende des Steigrohres befindet sich ein das Wasser in die Cisterne führender Ausguss *u* (Fig. 7). Der Kolbenhub beträgt $0^m,262$ bei $0^m,131$ Kolbendurchmesser.

Eine andere einfache und zweckmässige Construction einer Handpumpe, welche auf den Wasserstationen der Hannoverschen Eisenbahnen gebräuchlich, ist vom Director Kirchweger construirt (Fig. 8, Tafel LV); dieselbe ist mit Kurbel und Schwungrad versehen und hat $0^m,105$ Durchmesser bei $0^m,235$ Kolbenhub.

Abweichend von den einfach wirkenden Pumpen, schafft dieselbe nicht in einzelnen Stössen, sondern ohne Unterbrechung das Wasser des Brunnens in die Höhe. Zu dem Zwecke hat der Letestu'sche Trichterkolben *k*, der wie gewöhnlich aus Gusseisen und einer Lederscheibe construirt ist, eine sehr starke Kolbenstange *t*, wobei der Inhalt des Stiefels doppelt so gross, als der Cubikinhalt der Kolbenstange und des Kolbens ist. Bewegt sich nun der Kolben in die Höhe, so wird der Raum unterhalb des Kolbens im Stiefel mit Wasser gefüllt. Beim Heruntergange des Kolbens findet das Wasser, welches unter dem Kolben dem Cubikinhalte des betreffenden Theiles des Stiefels gleichkam, über dem Kolben nur die Hälfte dieses Raumes, da dessen andere Hälfte von der Kolbenstange und den Kolben ausgefüllt wird, und muss deshalb beim Niedergehen des Kolbens durch das Steigrohr *d* eine Wassermenge geführt werden, welche gleich dem Inhalte des Kolbens und der Kolbenstange ist, während beim Aufgehen des Kolbens alsdann die andere Hälfte des aufgesogenen Wassers gehoben wird.

Es ist hieraus leicht ersichtlich, dass diese Pumpe nur so viel Wasser fördert, als eine einfach wirkende Pumpe, dass sie jedoch einen continuirlichen Wasserstrahl hervorbringt.

Es mag noch bemerkt werden, dass die sehr hohe Stopfbüchse hier durchaus nöthig war, da die Bewegung des Kolbens von einer Kurbelwelle vermittelst einer Lenkstange geschieht und eine weitere Führung der Kolbenstange ausser der Stopfbüchse nicht stattfindet. Alle Theile: Kolben, Stiefel, Röhren, sind rund und auf der Drehbank fertig gemacht.

Will man die Pumpe rationell so construiren, dass beim Auf- und Niedergange des Kolbens eine gleiche Kraft angewendet werden muss, so darf der Inhalt der Kolbenstange

und des Kolbens nicht genau die Hälfte des Stiefelinhaltes betragen, wie aus Folgendem hervorgeht.

Es sei h die Saughöhe und H die Druckhöhe des Wassers, bezeichnet ferner D den Stiefeldurchmesser und d den Durchmesser der verstärkten Kolbenstange, so ist für kleinere Pumpen-Anlagen genau genug

$$\frac{d}{D} = \frac{\sqrt{H+h}}{\sqrt{2H}}.$$

Eine auf der Oberschlesischen Eisenbahn gebräuchliche Handpumpe ist aus Fig. 9 und 10. Tafel LV zu ersehen.

Die auf einer gusseisernen Fundamentplatte f befestigten, gusseisernen Böcke b nehmen in ihrem oberen Theile die mit zwei Schwungrädern und Kurbeln versehene Kurbelwelle w auf. Auf der Letzteren ist die Lenkstange l, welche mit ihrem anderen gabelförmigen Ende den Plungerkolben p erfasst, gelagert. Der Stiefel t, an welchem seitlich die Druck- und Saugventile angebracht sind, ist an dem unteren Theile der Fundamentplatte befestigt. Zur Führung der Kolbenstange an ihrem oberen Ende ist ein entsprechendes Führungsstück zwischen den beiden Lagerböcken angebracht. Der Kolbendurchmesser beträgt $0^m,105$ bei $0^m,209$ Kolbenhub. Diese Handpumpe wird für mittlere Hubhöhen des Wassers, wenn continuirlich gepumpt werden soll, durch vier Mann bedient, von denen zwei permanent arbeiten.

§ 8. Windräder zum Betriebe von Wasserstationspumpen. — Windräder sind überall nur für solche Stationen zu verwenden, wo eine Handpumpe den nöthigen Wasserbedarf noch zu liefern im Stande ist, weil beim Eintritt von windstillen Tagen, welche etwa $^1/_6$ bis $^1/_{10}$ für die an den Hannoverschen Bahnen befindlichen Windmühlen betragen, mit der Hand gepumpt werden muss. Bei der Construction derartiger Windmühlen ist daher die Aufgabe, sie so einzurichten, dass, abgesehen von dem etwa alle Wochen einmal nöthig werdenden Schmieren, dieselben ohne alle weitere Aufsicht sich selbst überlassen bleiben können, da, wenn man noch einen Mann zur Wartung der Windmühle nöthig hätte, nichts gewonnen wäre, weil eben dieser Mann auch nach wie vor mit der Hand hätte pumpen können. Um dieses zu ermöglichen, müssen die Windräder folgenden Bedingungen genügen:

1) sie müssen sich selbst gegen den Wind stellen können;
2) sie müssen die Eigenschaft haben, bei dem stärksten vorkommenden Winde eine gewisse Maximal-Umdrehungs-Geschwindigkeit nicht zu überschreiten, auch wenn durch Menschenhand nichts daran gestellt wird;
3) es ist nöthig, dass die Windräder bei ganz gefüllten Cisternen selbstthätig zu arbeiten aufhören und beim Sinken des Wasserspiegels in der Cisterne wieder in Bewegung kommen.

Eine derartige Anlage der Wasserstation zu Leer an der Westphälischen (früher Hannoverschen) Staatsbahn ist vom verstorbenen Obermaschinenmeister Prüssmann construirt und auf Tafel LV, Fig. 3 und 11 dargestellt.

Um der ersten Bedingung zu genügen, läuft der obere drehbare Kopf der Windmühle auf vier Rollen o und wird durch die am hinteren Theile des Kopfes angebrachte Windfahne f so gestellt, dass die in diesem Kopfe gleichzeitig gelagerte, hohle Windradwelle c stets parallel der Richtung des Windes liegt, wobei der drehbare Kopf durch Windfahne und Windrad ausbalancirt ist. Im Innern der Windradwelle befindet sich eine in der Achse derselben bewegliche Stange t, welche an ihrem vorderen Ende ein gusseisernes Kreuzstück trägt, das mittelst kleiner Zugstangen z

mit den um die Ruthen u drehbaren Flügeln verbunden ist, so dass vermittelst der Zugstange t eine beliebige Stellung der Flügel erreicht werden kann. Die bewegende Kraft wird von der Windmühlenwelle auf die verticale, hohle, gusseiserne Welle s mittelst conischer Räder übertragen. Die Letztere ist an ihrem unteren Ende mit der verticalen schmiedeeisernen Welle v durch ein gabelförmiges Stück g gekuppelt. Am unteren Ende der schmiedeeisernen Welle v ist dann ein zweites conisches Räderpaar zur Bewegung der Pumpenwelle angebracht.

Die Stellung der Windmühlenflügel wird durch die Zugstange t bewirkt, und zwar wirkt das am hinteren Ende der Mühle mit der Stange t verbundene Gegengewicht q so, dass die Windmühlenflügel die günstigste Stellung gegen den Wind einnehmen. Um die Flügel in eine andere Stellung zu bringen, muss die in der hohlen, gusseisernen, verticalen Welle befindliche Zugstange u nach unten bewegt werden; geschieht das Letztere, so wirkt dieselbe vermittelst zweier die Windmühlenwelle umfassender Hängeeisen h auf einen Hebel p, welcher mit dem Winkelhebel r verbunden ist. Der nach unten gerichtete Arm des Letzteren ist an der Stelle, wo er frei gegen die Zugstange t tritt, nach einer Evolvente geformt, damit der Druck immer in der Richtung der Zugstange t erfolgt; hiernach kann also durch Verschiebung der Stange u nach unten eine Bewegung der Stange t nach vorn hervorgebracht werden, während durch das Gegengewicht q alsdann die Stange t in entgegengesetzter Richtung bewegt wird.

Mittelst einer besonders construirten, eigenthümlichen Vorrichtung, welche sich an dem gabelförmigen Theile der schmiedeeisernen Welle befindet, steht die Zugstange mit dem Hebel b in Verbindung. Der Hebel b ist durch ein kurzes Kettenglied mit dem ungleicharmigen Hebel d verbunden, an dessen anderem Ende zwei Schwimmer angebracht sind. Der eine Schwimmer befindet sich in einem kleineren Reservoir, in welches das Druckrohr der Pumpe mündet und welches unten eine Ausflussöffnung nach der grossen Cisterne hat, die einer bestimmten Umdrehungszahl der Pumpenwelle, also auch der Windmühlenwelle entspricht. Bewegt sich die Windmühle nun schneller und schafft in Folge dessen die Pumpe mehr Wasser, als durch die Ausflussöffnung des kleinen Reservoirs abfliessen kann, so steigt der Schwimmer in dem kleinen Reservoir, bewegt alsdann den Hebel d und stellt dadurch die Windmühlenflügel mehr scharf, infolge dessen die Windmühle eine langsamere Bewegung annimmt. In gleicher Weise kommt der in der grossen Cisterne unterhalb des ersteren befindliche Schwimmer zur Wirkung, wenn das Wasser aus den Cisternen nach dem Tender abläuft. Die beiden Schwimmer sind so schwer, dass, wenn kein Wasser im oberen Kasten und die Cisterne nicht ganz gefüllt ist, das Gegengewicht Q in die Höhe gezogen wird: gleichzeitig wird die Zugstange t durch das Gegengewicht q angezogen und werden alsdann die Flügel in die vortheilhafteste Stellung gebracht.

Auf den Strecken Rheine-Emden (früher zur Hannoverschen Staatsbahn gehörig) der Westphälischen und Bremen-Geestemünde der Hannoverschen Staatsbahn sind derartige Windmühlen an Wasserstationen mehrfach angebracht. Die durch die Windmühlen getriebenen Pumpen sind nach der in Fig. 8, Tafel LV dargestellten Weise construirt.

Diese Windmühlen haben bislang allen Anforderungen entsprochen. Mit Ausnahme des Schmierens hat sich Niemand darum gekümmert. Bei genügendem Winde waren die Cisternen stets gefüllt, so dass die Windmühlen stillstanden und sich erst wieder in Bewegung setzten, wenn von den Locomotiven Wasser genommen war.

Sehr einfach construirte Windmühlen sind auf den Schleswigschen Bahnen vorhanden. Dieselben haben keinerlei selbstthätige Stellvorrichtungen, erfordern sonach eine tägliche Beaufsichtigung, was durch Weichenwärter und andere geeignete Personen als Nebenbeschäftigung ausgeführt wird.

Jede Windmühle ist mit 2 Pumpen von $0^m,092$ Durchmesser verbunden und kann bei genügendem Winde etwa 60 Cbmeter Wasser auf 14^m Höhe in Zeit von 6 Stunden heben. Bei Sturm oder jedesmal, wenn die Mühle still stehen soll, wird dieselbe mit Ketten festgebunden, nachdem sie vorher durch eine Bremse zum Stillstand gebracht ist. Zu diesem Zwecke muss der Wärter mittelst einer Leiter auf die Cisterne, welche oben mit Brettern bedeckt ist, steigen.

Die Flügel sind mit Leinwand bespannt und kann der Wärter in wenigen Minuten das Aufspannen resp. Abnehmen der Leinwand auf sämmtlichen 4 Flügeln bewerkstelligen. Auf den Schleswigschen Bahnen befinden sich 10 Stück derartige Windmühlen mit gutem Erfolge im Betriebe.

Zur Berechnung der durch eine Windmühle hervorgebrachten Arbeit ist allgemein:

$$A = 0,03 \cdot F V^3 ,$$

wobei F die Oberfläche der Flügel in □Metern, V die Geschwindigkeit in Metern und A die Leistung der Windmühle in Meterkilogrammen bezeichnet.

§ 9. Wasserstationen mit Dampfpumpenanlage. — Dampfpumpe der Oberschlesischen Eisenbahn zu Ohlau. Dampfpumpen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zu Sorau und Liegnitz. Dampfpumpe der Taunusbahn zu Wiesbaden. Wasserstation mit Locomobilbetrieb zu Eisleben an der Halle-Casseler Eisenbahn. Anwendung des Giffard'schen Injecteurs zum Heben des Wassers in die Cisternen. — Wenn die Grösse der Station die Anwendung einer Dampfpumpe erfordert, so hat man zwischen einer feststehenden und locomobilen Maschine zu wählen.

Eine feststehende Maschine, welche mehr Anschaffungskosten und eine besondere Dampfkesselanlage erfordert, ist überhaupt an den wichtigeren Stationen anzuwenden. Man wird dieselbe am zweckmässigsten direct mit der Pumpe verbinden, wodurch viel Reibungsarbeit erspart wird, indessen ist diese Disposition nicht immer vortheilhaft, weil sie erfordert, dass die Geschwindigkeit des Dampfkolbens gleich der des Pumpenkolbens ist.

Die zweckmässigste Anordnung für den feststehenden Dampfkessel ist die eines gewöhnlichen cylindrischen Kessels mit Unterfeuerung und an den äusseren Wänden zurückkehrenden Gasen. Der Fassungsraum des Kessels muss möglichst gross und der Rost- und Heizraum so construirt sein, dass es möglich ist, alle Oeffnungen zu schliessen, damit während der Ruhezeit die Wärme nicht entweichen und der Kessel seine Wärme, resp. Dampfspannung möglichst vollständig behält. Man kann durch diese Einrichtung viel Zeit und Kohlen ersparen.

Die Anwendung von Locomobilen hat den Vortheil einer grossen Leichtigkeit bei der Einrichtung; sie erfordert wenig Platz und genügt vollständig bei weniger wichtigen Stationen.

Die Uebertragung der Kraft auf die Pumpe geschieht hierbei durch Riemenbetrieb oder durch Zahnradvorgelege; die letztere Anordnung ist die zweckmässigste.

Wenn die Dampfpumpe das Wasser erst noch durch eine längere Druckrohrleitung fortschaffen muss, so ist zuvor ein sorgfältiger Kostenanschlag aufzustellen über die jährlichen Ausgaben für verschiedene Rohrweiten und dem entsprechend

grössere oder geringere Arbeitsleistung der Dampfmaschine. Es muss dieses immer besonders in Erwägung gezogen werden, da durch eine genaue Calculation in dieser Beziehung oft grosse Ersparnisse herbeigeführt werden können. Das Weitere über die Rohrleitungen selbst ist in den §§ 16 bis 19 enthalten.

Eine Dampfpumpenconstruction, welche bei diversen Wasserstationen der Oberschlesischen Eisenbahn in neuerer Zeit zur Anwendung gekommen, ist aus Fig. 12 auf Tafel LV zu ersehen.

Die Dampfmaschine nebst Pumpe ruht auf einem $2^m,511$ langen gusseisernen Fundamente *f*. Der Dampfcylinder *c* hat $0^m,222$ Durchmesser bei $0^m,314$ Kolbenhub; die zwischen Dampfcylinder und Pumpenstiefel befindliche Kolbenstange *t* trägt einen Kreuzkopf *o*, welcher an jeder Seite eine Lenkstange zur Verbindung der Schwungradwelle aufnimmt. Die Schieberbewegung erfolgt durch ein auf der Schwungradwelle befindliches Excentric *e*. Der Dampfkolben ist mit dem Pumpenkolben *k* direct verbunden. Der Durchmesser des Pumpenkolbens beträgt $0^m,144$. Die Druck- und Saugventile *v*, welche als Klappenventile hergestellt sind, befinden sich in einem leicht zugänglichen, gusseisernen Gehäuse *g*. Zur Sicherung bei etwaigen Undichtigkeiten der Klappenventile ist noch ein drittes Ventil *s* angebracht, welches vermittelst des Deckels *d* zugänglich gemacht ist. Die mittlere Umdrehungszahl der Schwungradwelle ist pro Minute 35, wobei $0^{cm},31$—$0^{cm},37$ Wasser gehoben werden. Die lichte Weite der Saug- und Druckröhren beträgt $0^m,118$.

Die Kesselanlage besteht aus zwei liegenden Dampfkesseln von je $0^m,8$ Durchmesser und $4^m,1$ Länge; dieselben sind mit Unterfeuerung eingerichtet und nach hinten etwas geneigt.

Eine Reservehandpumpe ist gleichzeitig aufgestellt, um nach Bedarf zur Verwendung zu gelangen; die Construction derselben entspricht ganz der in Fig. 9 und 10 auf Tafel LV dargestellten Pumpe.

Die Wasserstationen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn in Liegnitz und Sorau sind mit Dampfpumpen versehen. Der Dampfkessel besteht aus einem Cylinder von $1^m,255$ innerem Durchmesser. In demselben liegt ein cylindrisches Rohr von $0^m,549$ lichtem Durchmesser, in dem der Rost angebracht ist. Dasselbe reicht am Einfeuerungsende noch $0^m,445$ über die Stirnwand des Kessels hinaus. Zu beiden Seiten des Heizrohres liegen im Kessel noch 34 Stück geschweisste, eiserne Feuerrohre von $0^m,059$ äusserem Durchmesser. Die Verbrennungsproducte treten von dem Roste über eine Feuerbrücke in die eine Rauchkammer, gehen dann zurück durch die 34 Feuerrohre in die zweite Rauchkammer am Einfeuerungsende und von da durch einen verticalen Canal in den Schornstein. Die gesammte vom Feuer berührte Fläche beträgt 10,933 Quadratmeter.

Der Kolben des Dampfcylinders, welcher $0^m,196$ Durchmesser und $0^m,392$ Hubhöhe hat, macht pro Minute 50 Doppelhübe. Die Maximal-Dampfspannung beträgt vier Atmosphären und entwickelt die Maschine alsdann vier Pferdekräfte.

Durch Anwendung der Stephenson'schen Coulisse ist die Expansion variabel gemacht. Die Coulisse wird durch einen Watt'schen Regulator gestellt.

Das Speisewasser für den Kessel wird im Druckrohre der Pumpe eine Strecke im Dampfausströmungsrohr behufs Erwärmung fortgeführt.

Die Verbindung der Schwungradwelle der Dampfmaschine mit der Kurbelwelle der Pumpe geschieht durch eine Frictionskuppelung.

Die Pumpe hat folgende, bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn seit einer Reihe von Jahren vielfach mit gutem Erfolge angewendete Construction. Sie

besteht aus zwei Cylindern *r*, *r* (s. Fig. 13, Tafel LV), bei denen das untere Ende des einen mit dem oberen Ende des anderen möglichst kurz gehaltenen horizontalen Canal *s* verbunden ist. In jedem Cylinder bewegt sich ein Letestu'scher Kolben und zwar so, dass wenn der eine steigt, der andere abwärts geht, und umgekehrt. Wenn nun der Kolben des oberen Cylinders steigt, also die Wassersäule hebt, dient der des unteren als Saugventil. Bei umgekehrter Richtung der Bewegung dagegen wird die Wassersäule durch den Kolben des unteren Cylinders gehoben. Es findet sonach ein continuirliches Heben des Wassers statt. Um das Abfliessen des Wassers aus der Pumpe durch geringe Undichtigkeit der Kolben zu verhindern, ist am unteren Ende des Saugrohres noch ein Ventil angebracht, unter dem eine Blechplatte, die dem Aufwirbeln des Sandes entgegenwirken soll, befestigt ist. Der Durchmesser der Pumpe beträgt $0^m,141$ und der Hub $0^m,236$. Die gesammte Hubhöhe des Wassers beträgt in Sorau $14^m,751$, in Liegnitz $13^m,496$.

Das geförderte Wasserquantum beträgt circa 20^{cbm} pro Stunde, wobei die Pumpe 50 Hübe pro Minute macht. Zur Deckung des gegenwärtigen Wasserbedarfs muss die Maschine in Sorau täglich 7—8 Stunden, die in Liegnitz 8—10 Stunden arbeiten, beides mit Unterbrechungen, weil die Brunnen nicht hinreichend ergiebig sind, um continuirliches Pumpen zu gestatten. Der Brennmaterialverbrauch ist incl. Anheizen pro Stunde, also pro 20^{cbm} Wasser = 20—22 Kilogr. Kohlenklein.

Zu bemerken ist noch, dass beide Maschinen erheblich stärker, als für den Pumpenbetrieb nöthig, sind, da sie noch zu anderen Zwecken Arbeitskraft liefern müssen.

Eine einfache Dampfpumpe ist in der Wasserstation der Taunusbahn zu Wiesbaden angebracht. Die Pumpmaschine ist ähnlich den bei Locomitiven angewendeten Dampfpumpen, fast ganz aus Gusseisen hergestellt und alle Theile, namentlich die Ventile, bequem zugänglich. Der senkrecht stehende Kessel von $0^m,75$ Weite und $1^m,6$ Höhe hat eine innere Feuerbüchse von $0^m,9$ Höhe, unten $0^m,65$, oben $0^m,5$ weit, mit einer gemauerten Feuerbrücke. Diese Flamme bestreicht nicht nur die inneren Wände der Feuerbrücke, sondern auch einen Theil der Aussenwand des Kessels, wodurch bei einfacher Kesselconstruction eine verhältnissmässig grosse und günstige Heizfläche gewonnen wird. Um das Ablösen vom Mauerwerke des Schornsteins zu verhindern, ist der Kessel oberhalb durch ein Zugband mit der Mauer verbunden. (Siehe Organ 1865, p. 63.)

Diese Maschine incl. Pumpe und Kessel kostet 968 Mk. 50 Pf. Dieselbe hat bei dem geringen Wasserverbrauche der Station Wiesbaden bisher völlig genügt und nur 30 bis 40 Kilogr. gewöhnlicher Steinkohlen pro Tag verbraucht, wobei während der kalten Jahreszeit noch die in den Personenwagen I. und II. Classe befindlichen mit Wasser gefüllten Fusswärmer mittelst des Kessels geheizt wurden. Der von der Maschine abgehende Dampf dient zum Vorwärmen des Speisewassers im Reservoire.

Eine Locomobile zum Heben des Wassers in die Cisternen ist auf Station Eisleben angewendet und in Fig. 14 und 15, Tafel LV dargestellt.

Ueber dem mit gusseisernem Kranze eingefassten Brunnen liegen die beiden gusseisernen Träger, auf denen einerseits die stehende Locomobile, andererseits die durch die Räder der Locomobile getriebene Pumpenwelle befestigt sind. Die Pumpen ruhen dicht über dem Wasserspiegel auf den Trägern *b* und haben Letestu'sche Kolben. Das gemeinschaftliche Saugrohr der Pumpen endigt in einem mit Ventil ausgerüsteten Sauger *g*. Die Druckröhren der Pumpen vereinigen sich in dem auf dem T-Träger ruhenden Windkessel *w*; von hier aus wird das Wasser durch das gemeinschaftliche Druckrohr in die Wasserreservoire geleitet. Von *h* aus ist das mit Ab-

stellhahn versehene Gasrohr *r* abgezweigt und dient zum Füllen des neben der Locomobile eingelassenen Speisewasserkastens *s*, aus welchem das zum Speisen des Locomobilkessels erforderliche Wasser entnommen wird. Die Pumpengestänge bestehen aus 22^{mm} Rundeisen und werden durch Weissbuchenklötze *o*, welche an gusseisernen Trägern *u* befestigt sind, geführt.

Der Brunnen und der Speisewasserkasten sind mit geripptem Bleche gedeckt. Die Tiefe des Brunnens bis auf den Grund ist 19^{m},8, der Wasserstand war vor dem Einbauen der Pumpe 11^{m} hoch. Nach Inbetriebsetzung fiel derselbe so, dass er jetzt nur noch 4^{m},708 beträgt und bis auf 0^{m},942 ausgepumpt werden kann. Die mittlere Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden muss, also vom mittleren Wasserstande des Brunnens bis zur mittleren Höhe des Bassins beträgt 31^{m},385.

Die Pumpen haben 0^{m},157 Durchmesser, 0^{m}392 Hub und machen 16 Hübe pro Minute, in welcher Zeit die Locomobile 120 Touren macht. Das gehobene, effective Wasserquantum berechnet sich für diese Zahlen und bei 0,9 Wirkungsgrad der Pumpe zu 0,24^{cbm} pro Minute.

Bei einer angestellten zweistündigen Probe wurden 37^{cbm} Wasser gehoben, so dass also pro Minute 0,309^{cbm} auf 31^{m},385 gehoben sind, wobei das Wasser zugleich durch eine 690^{m} lange, 0^{m},157 weite Rohrleitung gedrückt werden musste. Dabei machten die Pumpen ca. 20, die Maschine 150 Touren, und der Kessel hatte eine Spannung von 25—40 Kilogr.

Die Kosten dieser Anlage betragen excl. Aufstellung franco Eisleben 3960 Mark.

Versuche über die Anwendung der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe zur Speisung der Cisternen sind in der Wasserstation zu Aachen vor einigen Jahren angestellt.

Es sind indess diese Versuche für diesen Apparat ungünstig ausgefallen, da die Kosten für Hebung des täglichen Quantums von 114^{cbm} auf eine Höhe von etwa 15^{m},7 vermittelst der dort vorhandenen Dampfpumpe sich auf 9,63 Mark stellen, während bei Anwendung des Giffard'schen Injecteurs die Kosten für das angegebene Quantum 14,31 Mark betrugen.

Es kann überhaupt die Anwendung des Giffard'schen Injecteurs hierzu nicht empfohlen werden, da die dem Wasser durch den Dampf mitgetheilte Wärmemenge nicht genügend ausgenutzt werden kann.

§ 10. Kosten für das Heben des Wassers pro Cubikfuss für die verschiedenen Motoren. — Die Kosten bei den Anlagen mit natürlichem Gefälle sind meistens sehr gering und kommen z. B. bei den beiden Wasserstationen in Goslar und Dransfeld auf etwa 1,2 Pfg. pro Cubikmeter, wobei Verzinsung, Amortisation und Unterhaltung der Anlage mitgerechnet ist.

Bei der Anwendung von Handpumpen variiren auf den Hannoverschen Bahnen je nach der Hubhöhe des Wassers die Kosten pro Cubikmeter von 9,5 Pfg. bis 24 Pfg. In einem sehr ungünstigen Falle betragen sie sogar pro Cubikmeter 32,4 Pfg. Im Durchschnitte betragen dieselben bei 10^{m} mittlerer Hubhöhe und einem Tagelohne von 1,1 Mark pro Cubikmeter 16 Pfg.

Bei den Windmühlen der Hannoverschen, resp. Westphälischen Bahn betragen die durchschnittlichen Kosten pro Cubikmeter 8 Pfg. bei 10^{m} mittlerer Hubhöhe, worin Verzinsung des Anlagecapitals, Reparaturen, das Schmieren, sowie die Ausgaben für Pumpen des Wassers mittelst Handarbeit zu Zeiten, wo der Wind ungenügend oder Reparaturen vorkommen, mit inbegriffen sind.

Auf den Schleswigschen Bahnen kostet das durch Windmühlen beschaffte Wasser incl. aller Kosten, wie vorher angegeben, bei 14^{m} Hubhöhe nur 3,6 Pfg. pro Cubikmeter.

Bei Anlage von Dampfpumpen betragen die Kosten bei mittlerer Hubhöhe von 11m,3 im Durchschnitt pro Cubikmeter 9 Pfg., worin Verzinsung des Anlagecapitals, Reparaturen, Wartung, Feuerung und Schmieren inbegriffen. Das Feuerungsmaterial wird meistens durch Auslesen, resp. Sieben der beim Herausreissen des Feuers aus der Locomotive noch vorhandenen Kohlenreste gewonnen, daher billig berechnet.

Bei grossem Wasserconsum 300—600 Cubikmeter pro 24 Stunden) sinken die Kosten auf 5 Pfg. pro Cubikmeter.

Die im Verhältniss zu Windmühlen niedrigen Kosten pro Cubikmeter erklären sich daraus, dass auf den Stationen, wo Dampfpumpen sind, erheblich grössere Wassermengen verbraucht werden, so dass sich die Generalkosten mehr vertheilen.

In der Wasserstation zu Aachen betragen die Kosten des durch eine Dampfmaschine auf etwa 16m gehobenen Wassers 8,4 Pfg. pro Cubikmeter.

In der Wasserstation zu Warschau wird das Wasser mittelst Dampfpumpe gehoben und betragen die Kosten pro Cubikmeter 16,6 Pfg. (Die Zinsen des Anlagecapitals sind hierbei nicht mitgerechnet.)

§ 11. Allgemeines über die Anlage der Cisternen. — Die Cisternen müssen, wie schon erwähnt, eine bestimmte Höhenlage haben, um den Reibungswiderstand in der nach den Krahnen führenden Rohrleitung, welche oft von sehr grosser Ausdehnung, zu überwinden und gleichzeitig ein möglichst rasches Füllen des Tenders zu veranlassen. Dieselben müssen möglichst einfach construirt und derartig aufgestellt sein, dass ein bequemer Zugang zu allen Theilen behufs Revision oder Reparatur stattfinden kann. Ferner muss die Oberkante sämmtlicher miteinander verbundener Cisternen in derselben Höhe über Schienen-Oberkante liegen.

Es müssen Mittel angewendet werden, um das Eintreten des Gefrierens zu verhindern und zwar durch Bedeckungen, Umhüllungen oder durch Vorwärmeeinrichtungen.

Die Hauptfactoren, welche für die Grösse der Cisternen maassgebend, sind das Quantum der innerhalb 24 Stunden erforderlichen Wassermenge und die Zahl der täglichen Arbeitsstunden. Aus praktischen Gründen wird man ein intermittirendes Arbeiten der Pumpe einem continuirlichen vorziehen, um etwaige Reparaturen des Motors oder der Pumpe ohne Störung des Betriebes der Wasserstation ausführen zu können; auch gestattet der Wasserstand im Brunnen nicht immer ein continuirliches Pumpen.

Um die Unterhaltung oder Reparaturen an den Cisternen leicht bewirken zu können, ist es zweckmässig, mehrere Cisternen zu nehmen. Man erhält dadurch zugleich ein Mittel, für sämmtliche Wasserstationen einer Linie nur ein Cisternenmodell zu gebrauchen; auch ist bei den Anschlüssen der Rohrleitungen hierauf Rücksicht zu nehmen.

Ferner ist dann zu erörtern, ob in dem gegebenen Falle gusseiserne oder schmiedeeiserne Cisternen den Vorzug verdienen. Für gusseiserne Cisternen ist die viereckige Form die zweckmässigste, während bei schmiedeeisernen Cisternen der cylindrischen Form sowohl für Seitenwände, als für den Boden der Vorzug gegeben werden muss.

Unter der Voraussetzung, dass eine Wasserstation immer mindestens zwei Cisternen besitzen muss, sind zunächst die Anschaffungskosten gusseiserner und schmiedeeiserner Cisternen von gleichem Inhalte miteinander zu vergleichen, wobei aber gleichzeitig zu berücksichtigen ist, dass für kleinere, runde, schmiedeeiserne Cisternen grössere Baulichkeiten, als für gusseiserne erforderlich sind.

Die Reparaturkosten gusseiserner Cisternen sind, wenn die Unterstützung derselben unveränderlich ist, wenn die an den Cisternen befestigten, gusseisernen Rohr-

leitungen derartig construirt sind, dass Längenveränderungen derselben keinerlei Druck auf die Cisterne ausüben, wenn ferner diese Rohrleitungen keinen Stössen irgend welcher Art ausgesetzt sind, durch welche Umstände überall Sprünge herbeigeführt werden können, mindestens nicht grösser, als für schmiedeeiserne.

Der Anstrich schmiedeeiserner Cisternen muss öfter als der gusseiserner erneuert werden; dagegen ist aber bei schmiedeeisernen Cisternen, da dieselben rund, bei gleichem Rauminhalte eine kleinere Oberfläche zu streichen.

Bei der Construction der Unterstützung des Cisternenbodens ist wegen der beständig hier vorherrschenden, feuchten Luft Holz möglichst ganz zu vermeiden. Für gusseiserne Cisternen ist ganz besonders auf eine solide Unterstützung durch eiserne Träger zu sehen, da hiervon die Dauer der Cisternen wesentlich abhängt.

Schmiedeeiserne Cisternen wendet man in runder Form mit sphärischen Böden an. Die Bodenhöhe beträgt hierbei etwa $^1/_8$—$^1/_9$ des Durchmessers. Man giebt denselben einen grösseren Inhalt als den gusseisernen; ferner müssen die Vernietungen sehr sauber ausgeführt werden, um Reparaturen in den Fugen möglichst zu vermeiden.

Die gusseisernen Cisternen werden meistens in rechteckiger Form mit geraden Böden in Grössen von etwa $3^m,139$ Länge, $1^m,883$ Breite und $1^m,883$ Höhe ausgeführt. Die einzelnen Platten werden aus Herdguss hergestellt und durch Schrauben mit einander verbunden. Ausserdem werden die gegenüberliegenden Platten durch schmiedeeiserne Anker verbunden.

Die Cisternen, sowohl gusseiserne, als schmiedeeiserne, sind nach dem Zusammensetzen einer Probe zu unterwerfen und alsdann erst mit einem guten Anstrich sowohl von innen als von aussen zu versehen.

Zwischen den einzelnen Cisternen müssen nahe am Boden Communicationsröhren angebracht werden.

Ausserdem muss eine der mit einander communicirenden Cisternen mit einem Schwimmer versehen sein, welcher den in den Cisternen vorhandenen Wasserstand an einer leicht zugänglichen und sichtbaren Stelle anzeigt.

In Amerika stellt man die Cisternen zweckmässig ganz einfach aus Holz in ähnlicher Weise wie Fässer und zwar von $5—8^m$ Durchmesser her.

§ 12. Diverse Constructionen von Cisternen. — Fig. 1—3, Tafel LVI stellt eine gusseiserne Cisterne der gebräuchlichsten Dimensionen von $3^m,139 \times 1^m,883 \times 1^m,883$ dar. In Fig. 4—6, Tafel LVI ist ein schmiedeeisernes Reservoir, welches in der Wasserstation zu Oppeln an der Oberschlesischen Eisenbahn vorhanden ist, dargestellt.

Die verticale, runde Wand ist gleichmässig aus $4,3^{mm}$ starkem Bleche hergestellt: der Boden besteht aus Blech von $6,5^{mm}$ Stärke und ist mit den Seitenwänden durch ein Winkeleisen von $73,5^{mm}$ Schenkelbreite verbunden. An der äusseren Seite ist unten noch ein Winkeleisen angebracht, welches durch Schrauben mit einem ringförmigen U-Eisen, das als Auflager für die Cisterne dient, verbunden ist.

Ein grösseres, zweckmässig construirtes Reservoir einer Wasserstation der französischen Midi-Ouest-Bahn von 150^{cbm} Inhalt ist aus Fig. 7 und 8, Tafel LVI zu ersehen.

Die Cisterne ist aus einzelnen Ringen Blech von verschiedener Stärke und $1^m,05$ Breite hergestellt. Die Dicke der Blechtafeln ist, proportional der entsprechenden Druckhöhe des Wassers, nach der folgenden Formel festgestellt:

$$e = \frac{H \cdot D}{2\,R},$$

wobei e die Blechstärke, H den Wasserdruck pro Flächeneinheit an der betreffenden

Stelle, D den Durchmesser der Cisterne und R die zulässige Inanspruchnahme des Blechs pro Flächeneinheit bezeichnet. Der runde Boden ist aus zwei concentrischen Ringen von Blechtafeln hergestellt, deren Stärke noch grösser, als die des unteren Theiles der verticalen Wand ist. Der obere Rand der Cisterne ist durch ein Winkeleisen abgesteift. (Fig. 8.) Am unteren Rande der Cisterne ist ausserhalb ein Winkeleisen befestigt, welches zur Auflagerung der Cisterne dient. (Fig. 8.)

Die Blechstärke bei dieser Cisterne beträgt:

für den Boden . . .	$0^m,007$,	für den dritten Ring	$0^m,004$,
- - ersten Ring	$0^m,006$,	- - vierten -	$0^m,004$,
- - zweiten -	$0^m,005$,	- - fünften -	$0^m,003$.

§ 13. Vorwärmen des Wassers. — Das Heruntergehen der Temperatur während der Winterzeit, wobei das Wasser in den Cisternen zuweilen gefriert, kann die Speisung der Maschinen verhindern und so den Dienst wesentlich stören. Erfahrungsmässig ist bei dem Klima Norddeutschlands das Einfrieren des Cisternenwassers nicht zu befürchten, wenn der Verbrauch regelmässig und in nicht zu grossen Zeitintervallen stattfindet. In Gegenden aber, wo der Frost heftiger auftritt, muss man besondere Einrichtungen haben, um das Wasser in den Cisternen erwärmen zu können, sobald die Temperatur unter eine gewisse Grenze hinabgeht. In den Fällen, wo Wärter- oder Arbeiterzimmer mit dem Gebäude verbunden sind, wird man die Oefen in diesen zum Wärmen der Cisternen mit benutzen können. Auch reicht eine einfache Holzumhüllung der Cisternen in manchen Fällen aus.

Wenn die Cisternen unmittelbar über dem Pumpenraume, worin eine Handpumpe ist, sich befinden, so stellt man auch wohl in dem Letzteren einen gewöhnlichen Ofen auf und lässt den Cisternenraum nach unten frei, so dass die vom Ofen sich entwickelnde Wärme ungehindert in den Cisternenraum gelangen kann; ebenso wird auch der von der Dampfmaschine fortgehende, gebrauchte Dampf hierzu verwendet. Die so nutzbar werdende Menge Wärme ist aber nicht immer genügend und ist man alsdann gezwungen, zum Vorwärmen des Cisternenwassers besondere Einrichtungen zu treffen.

In diesem Falle besteht das Princip der Einrichtung gewöhnlich darin, dass man eine beständige Circulation des zu erwärmenden Wassers zwischen dem Reservoire und dem Vorwärmer herstellt, indem man die Dichtigkeitsdifferenz zwischen kaltem und warmem Wasser benutzt.

In Hannover bestehen die Vorwärmer, ähnlich dem Henschel'schen Kessel (siehe Fig. 16, Tafel LV), aus langen geneigt liegenden Cylindern von $5^m,022$ Länge und $0^m,34$—$0^m,47$ Durchmesser, um welche die Flamme des Herdes circuliren kann; von jedem Ende des Cylinders geht eine verticale kupferne Röhre von $0^m,065$ Durchmesser ab, und mündet die eine dieser Röhren in den Boden einer darüber liegenden Cisterne, dagegen die andere an einem höheren Punkt des Cisternenwassers. Der aus Eisenblech hergestellte Cylinder ist durch gusseiserne Deckel verschraubt, welche von Zeit zu Zeit, um den Kessel zu reinigen, gelöst werden. An der Cisterne, in welche das warme Wasser aus dem Vorwärmer strömt, mündet das nach dem Krahne führende Rohr.

Auf der Eisenbahn von Petersburg nach Warschau communiciren die beiden Cisternen jeder Wasserstation durch ein doppeltes Röhrensystem von Kupfer mit einem vertical stehenden Vorwärmer mit innerer Heizung. Das Führungsrohr für die heissen Gase theilt sich in zwei Arme, welche, nachdem sie jede Cisterne passirt haben, sich von Neuem wieder vereinigen, um in die freie Luft zu treten.

Auf einigen deutschen Eisenbahnen sind die Vorwärmer in der Weise construirt (Fig. 17, Tafel LV), dass die Cisterne durch eine grosse Röhre mit einem kleinen horizontal liegenden Kessel mit Innenfeuerung communicirt; das Rauchrohr geht durch diese Röhre. Die Circulation des Wassers wird durch eine zweite Röhre vermittelt, welche vom Boden des Reservoirs ausgeht und am unteren Theile des Vorwärmers ausmündet.

§ 14. Rohrleitungen für die Cisternen. — Für jedes Reservoir müssen ausser dem Zuleitungsrohre, resp. Druckrohre, welches das Wasser in die Cisterne führt, an Rohrleitungen vorhanden sein:

1) ein Speiserohr, welches das Wasser nach den Krahnen führt;
2) ein Ueberlaufrohr, welches das Wasser aus den gefüllten Cisternen abführt, um ein etwaiges Ueberfliessen zu verhindern.

Der Durchmesser des Speiserohres ist abhängig von der Länge der Rohrleitung, von der Höhenlage der Cisterne und von dem pro Secunde zu liefernden Wasserquantum. Für gewöhnliche Fälle kann man einen Wasserdurchfluss von 0,04—0,06 Cubikmeter pro Secunde annehmen, was einer Zeitdauer zum Füllen eines Tenders von 7,7^{cbm} von 3 Min. 13 Sec. resp. 2 Min. 8 Sec. entspricht.

Ueber dem Ausgange des nach dem Wasserkrahne von den Cisternen abgehenden Speiserohres bringt man ein Ventil an, über dem sich ein kupfernes Sieb befindet, um fremde grobe Bestandtheile, die etwa in die Cisterne gelangt sein sollten, zurückzuhalten.

Man muss Kniee und plötzliche Richtungsänderungen bei der Rohrleitung möglichst vermeiden, da dieselben oft beträchtliche Druckhöhenverluste mit sich führen; ebenso muss man bei Legung der Leitung die Hauptgleise der Station möglichst umgehen und die Rohrleitung, wenn thunlich, nur unter Nebengleise legen. Wenn man unter Gleisen hindurch muss, so sind dieselben, wenn möglich, rechtwinklig zu kreuzen, um die Länge des Gleises, das bei der Reparatur der Rohrleitung aufgerissen werden muss, möglichst kurz zu machen. Bei nicht zu vermeidenden Richtungsänderungen muss man Kniestücke mit möglichst grossen Radien anwenden.

§ 15. Berechnung der Röhrendimensionen. — Bei der Berechnung der Dimensionen der Röhren ist die Reibung des Wassers in den inneren Röhrenwänden von grösstem Einflusse. Dieselbe ist proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit des Wassers und der Länge der Röhren, steht dagegen aber in umgekehrtem Verhältniss des Durchmessers der Röhren.

Bezeichnet h die erforderliche oder vorhandene Druckhöhe für eine Rohrleitung, d den Durchmesser, l die Länge derselben, α den Reibungscoëfficienten für den Widerstand des Wassers in der Rohrleitung und v die Geschwindigkeit des Wassers, so ist für längere Rohrleitungen genau genug:

$$h = \left(1 + \alpha \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g},$$

wenn g die Erdacceleration bezeichnet; und ferner ist:

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \alpha \frac{l}{d}}}.$$

Für genauere Rechnungen und kurze Röhren ist der Widerstand für den Eintritt des Wassers und für Krümmungen zu berücksichtigen.

Nach **Weisbach** ist der Coëfficient α nicht constant, vielmehr ist, wenn v in Metern angegeben:

$$\alpha = 0{,}01439 + \frac{0{,}0094711}{\sqrt{v}}.$$

In der folgenden Tabelle sind für verschiedene Werthe von v die zugehörigen Werthe von α zusammengestellt:

v mm	α	v mm	α	v mm	α
31,4	0,0679	219,7	0,0346	941,6	0,0242
62,8	0,0522	251,1	0,0333	1265,4	0,0229
94,2	0,0453	282,5	0,0322	1883,1	0,0213
125,5	0,0411	313,9	0,0313	2510,8	0,0204
156,9	0,0383	470,8	0,0282	3766,2	0,0192
188,3	0,0362	627,7	0,0263	6277,1	0,0182

Die Druckhöhe, welche nothwendig ist, um durch eine Rohrleitung von gegebener Länge l und Weite d eine bestimmte Wassermenge Q in Cubikmetern pro Secunde zu liefern, findet man aus der vorstehenden Gleichung für h, in der man für α die aus der vorstehenden Tabelle sich ergebenden Werthe unter der Berücksichtigung, dass $v = \frac{4\,Q}{\pi\, d^2} = 1{,}2732 \cdot \frac{Q}{d^2}$ ist, zu nehmen hat.

Den Durchmesser d, den eine Rohrleitung erhalten muss, die bei einem gegebenen Gefälle h und der Länge l eine bestimmte Wassermenge Q liefern soll, erhält man aus der Formel:

$$d = 0{,}9588 \sqrt[5]{(1{,}51\, d + \alpha\, l)\, \frac{Q^2}{h}}.$$

Für d und α unter dem Wurzelzeichen setze man angenäherte Werthe in die Formel, wodurch man irgend einen Werth d_1 erhält. Man berechne alsdann:

$$v = \frac{4\,Q}{\pi\, d_1^{\,2}},$$

suche aus der vorstehenden Tabelle das dazu gehörige α und setze diese Werthe von α und d_1 in die Formel ein, wodurch man alsdann für d einen Werth erhält, mit welchem, wenn er bedeutend von d_1 abweicht, das eben beschriebene Verfahren nochmals wiederholt wird.

Die Wassermenge, welche durch eine Rohrleitung von gegebenen Dimensionen bei gegebenem Gefälle h erhalten werden kann, ist

$$Q = \frac{\pi\, d^2}{4}\, v = 0{,}7854\, d^2\, v;$$

hierin bestimmt man v aus der Gleichung:

$$v = \frac{\sqrt{2\, g\, h}}{\sqrt{\left(1{,}505 + \alpha\, \frac{l}{d}\right)}},$$

indem man für v einen Näherungswerth annimmt und den zugehörigen Werth von α aus der vorstehenden Tabelle einsetzt.

Bei Röhren, die innen nicht gestrichen werden, ist für Incrustiren der nach vorstehenden Formeln berechnete Durchmesser angemessen zu vergrössern. Die Stärke der Kruste kann nach 15 Jahren unter gerade nicht ungünstigen Umständen 12mm betragen. Das Beseitigen der Kruste geschieht bei jedem einzelnen aus der Erde genommenen Rohre durch Kratzeisen.

§ 16. Material der Röhren. — Das zu längeren Rohrleitungen allein zu empfehlende Material ist Gusseisen. Blei wird nur bei Röhrendurchmessern von $0^m,03$ bis $0^m,05$ verwendet.

Steingutröhren besitzen zwar gegen Gusseisen den Vorzug der grossen Billigkeit; in Anbetracht des leichten Zerbrechens bei vorkommenden Stössen und Erschütterungen, ferner der kleinen Längen, in denen dieselben nur fabricirt werden können, wegen ist die Anwendung derselben nicht zu empfehlen.

Die in neuerer Zeit vielfach angepriesenen Asphaltröhren taugen ebensowohl in Folge ihrer Dichtungsweise, als auch ihres Materials halber für grosse Wasserleitungen nicht.

Das Gusseisen besitzt hingegen bei richtiger Construction der Röhren eine genügende relative Festigkeit.

Die gusseisernen Röhren müssen stehend gegossen werden, und zwar deshalb, weil

1) eine gleichmässige Wandstärke erzielt wird, indem ein Durchbiegen des Kerns nicht möglich ist, wenn die Röhrenform senkrecht steht;
2) weil der Uebelstand der Kernträger zu sehr bei der Dichtigkeit der Röhren in Frage kommt und durch die mangelhafte Verbindung des Gusseisens mit den Kernträgern leicht Undichtigkeiten hervorgebracht werden.

Da die meisten Eisengiessereien bestimmte Modelle für Röhren besitzen, so ist es von Wichtigkeit, die Dimensionen derselben zu kennen, um an Modellkosten zu sparen.

Was die Wandstärke der Röhren anlangt, so hat man nach Hagen:

$$e = 0{,}0533 \frac{h \cdot d}{f},$$

worin e die Wandstärke in Centimetern, h die Höhe der Wassersäule in Metern, d den Durchmesser des Rohres in Centimetern und f die absolute Festigkeit des Gusseisens in Kilogr. pro Quadratcentimeter bezeichnet.

Nach d'Aubuisson ist für Röhren von über $0^m,118$ Weite:

$$e = 1 + 0{,}015\, d,$$

wobei e die Wandstärke in Centimetern und d den inneren Durchmesser der Röhren ebenfalls in Centimetern bezeichnet.

Erfahrungsmässig ist bei Muffenröhren stets die schwächste Stelle oben am Ende der Muffen und an dem Uebergange der Muffe in das eigentliche Hauptrohr, welche Stellen genügend zu verstärken sind.

Bei Façonröhren ist eine um 25 % grössere Wandstärke anzunehmen.

§ 17. Probiren und Schwärzen der Röhren. — Das Probiren der Röhren wird zweckmässiger Weise so ausgeführt, dass dieselben im Wasser liegend mittelst Luftdruck bis zu der bestimmten Atmosphärenzahl in Anspruch genommen werden. Vorhandene Undichtigkeiten zeigen sich alsdann sofort durch Aufsteigen von Luftbläschen.

Um die Röhren sowohl innen als aussen gegen Oxydation zu schützen, werden dieselben bis auf die innere Fläche der Muffe und das in die Muffe hineinzuschiebende Rohrende mit einem Ueberzuge von Gastheer oder Goudron versehen.

Dieser Ueberzug darf von allen im Boden enthaltenen Stoffen nicht angegriffen werden; er muss ferner den Einwirkungen des Frostes widerstehen und darf auch nicht zu spröde sein, damit er beim Verlegen der Röhren nicht abspringt. Es dürfen keine Lücken vorhanden sein, weil sonst ein Rosten sofort auch in der Nähe unter dem Ueberzuge stattfinden würde. Das Anbringen desselben muss auf einer möglichst reinen metallischen Oberfläche geschehen. Am zweckmässigsten ist Goudron mit einem Zusatze von Asphalt.

Es hat das Ueberziehen der Röhren im Innern auch gleichzeitig noch den Vortheil, dass der Reibungswiderstand des Wassers an den Röhrenwänden bedeutend vermindert wird.

§ 18. Verlegen und Dichten der Röhren. — Bei dem Verlegen der Röhren ist es nothwendig, dieselben so tief in die Erde zu legen, dass sie den Einflüssen der Witterungsverhältnisse vollständig entzogen werden.

Bei einer Tieflegung der Röhren von $1^{m},3$ bis $1^{m},6$ wird dieses für das deutsche Klima schon vollständig erreicht.

Durch das directe Verlegen in die Erde erlangt man gleichzeitig den Vortheil, dass bei etwaigen Undichtigkeiten oder Rohrbrüchen die schadhafte Stelle sich sofort zeigt, indem das ausströmende Wasser die Erdschichten über derselben lockert und sie einsinken macht, was bei Rohrleitungen, die in Canäle gelegt sind, nicht vorkommen kann.

Von allen Rohrverbindungen bei langen Rohrleitungen ist erfahrungsmässig die alte Methode der Muffenverbindung die zweckmässigste und sicherste. Die Vorzüge derselben bestehen hauptsächlich:

1) in der guten Dichtigheit der Leitungen für jeden beliebigen Druck bei sorgfältiger Ausführung der Arbeit;
2) in der Elasticität, welche durch die Bleidichtung dem Röhrensysteme innewohnt;
3) in der Leichtigkeit, womit nöthigenfalls Reparaturen beschafft werden können.

Man kann im Allgemeinen unterscheiden die Verbindung vermittelst einfacher Muffen und mittelst Doppelmuffen. Die erstere ist die am häufigsten angewendete und geschieht die Dichtung entweder durch Hanf oder Werg und Blei oder auch durch Eisenkitt.

Bei der Bleidichtung wird die Hälfte des auszufüllenden hohlen Raumes mit Hanf oder Werg zunächst ausgefüllt, worauf alsdann der übrige Raum mit Blei vergossen wird. Wenn man die Röhren mittelst Eisenkitt dichtet, so wird nur eine kleine Lage von Werg genommen, um dem Kitte nach dem Innern zu eine Grenze zu geben.

Der auf der Oberschlesischen Eisenbahn hierzu gebrauchte Eisenkitt wird zusammengesetzt aus 90 Gewichtstheilen Eisengussspähne, 2 Gewichtstheilen Schwefelblüthe und 1 Gewichtstheil pulverisirten Salmiak. Diese seit langen Jahren auf der Oberschlesischen Eisenbahn angewendete Methode hat bis jetzt recht befriedigende Resultate ergeben.

Auf der Oesterreichischen Südbahn ist seit dem Jahre 1860 eine Verbindung der Rohre vermittelst Doppelmuffe in Anwendung. Bezüglich des Näheren der An-

wendung dieser Muffe muss auf das Organ für Eisenbahnwesen 1862, p. 103 verwiesen werden.

§ 19. Wasserkrahne. Allgemeines. — Die Wasserkrahne kann man eintheilen in Wandwasserkrahne und freistehende Krahne; bei den Letzteren unterscheidet man auch noch die neuerdings in Anwendung gekommenen Reservoirkrahne. Die Wandwasserkrahne liegen in unmittelbarer Nähe der Cisternen; da die Rohrleitung sonach zwischen beiden sehr kurz ist, so kann man derselben einen möglichst grossen Durchmesser geben.

Die Wandwasserkrahne, welche auf der Hannoverschen Bahn vielfach in Anwendung sind, bestehen in einem oder zwei mit Gelenken versehenen Röhren, welche an der Aussenseite der Wasserstation befestigt sind und zwar in der Weise, dass eine horizontale Drehung derselben rechtwinklig zur Bahnachse möglich ist.

Die freistehenden Wasserkrahne sind verticale Röhren, welche an ihrer Basis auf einer im Niveau der Schienen liegenden gusseisernen Platte festgeschraubt sind und welche, indem sie mit den Cisternen durch eine Rohrleitung verbunden sind, zum Füllen der Tender mit Wasser geeignet construirt werden.

Im Allgemeinen kann man die freistehenden Krahne eintheilen in solche mit festem und solche mit beweglichem Kopfe. Die Wasserkrahne mit festem Kopfe, welche man nur ihrer Billigkeit und Einfachheit halber anwendete, machen die Benutzung eines langen biegsamen Rohres zur Einführung des Wassers in den Tender erforderlich. Bei den jetzt an einen Wasserkrahn gestellten Anforderungen, namentlich in Bezug auf das rasche Füllen, kann man jedoch von dieser Construction keinen Gebrauch mehr machen und nimmt deshalb für freistehende Wasserkrahne nur solche mit beweglichem Kopfe.

Die früher hierbei angewendete Construction war meistens derartig, dass der obere Theil des Krahnes sich um eine verticale Säule drehte und dabei eine Stopfbüchsendichtung erforderlich wurde. Es war alsdann entweder an dem oberen Ende der festen auf einer Fundamentalplatte befestigten hohlen Säule ein drehbares Stück, welches die vorerwähnte feststehende Säule umschloss und an welches sich dann das Krahnausgussrohr ansetzte; oder aber es trat das drehbare Rohr in das Innere einer feststehenden Säule mehr oder weniger tief hinein.

Bei diesen Constructionen musste, wie schon erwähnt, eine Dichtung vermittelst einer Stopfbüchse angebracht werden; dieselbe hat aber bekanntlich den Uebelstand, dass sie im Winter verhärtet, wodurch die Drehung des Krahnkopfes sehr erschwert wird, oft nachgezogen werden muss und endlich in Folge dessen zu Reparaturen Veranlassung giebt.

Diesem Uebelstande vorzubeugen, werden die freistehenden Wasserkrahne jetzt meistens so construirt, dass die Anwendung einer Stopfbüchse nicht mehr erforderlich wird.

Zum Zulassen des Wassers in den Krahn bringt man zweckmässig Schieber an, welche ihre Bewegung entweder durch eine Schraube oder einen Hebel erhalten.

Als Bewegungsmechanismus bietet eine Schraube hierbei den Vortheil, dass nur ein allmähliches Oeffnen und Schliessen stattfinden kann und auf diese Weise Stösse, welche eine Beschädigung der Rohrverbindungen und sogar ein Brechen der Röhren hervorrufen können, vermieden werden.

Ausser dem Ventil zum Zulassen des Wassers ist es zweckmässig, noch ein

zweites Absperrventil zu haben, um bei etwa vorkommenden Reparaturen die Rohrleitung absperren zu können.

Es ist nothwendig, den Krahn nach Füllung des Tenders vollständig zu entleeren; eine Bedingung, deren Erfüllung unerlässlich ist, um das Gefrieren des Wassers und das Brechen der Röhren im Winter zu verhindern. Um sich des Oeffnens und Schliessens dieses Entleerungsschiebers zu versichern, verbindet man denselben direct mit dem Speiseventile oder man führt die Bewegung desselben mit Hülfe einer besonderen Transmission oder Kuppelung aus, so dass die Schliessung des Entleerungsventiles gleichzeitig mit der Oeffnung des Speiseventiles und umgekehrt erfolgen muss.

Es ist ferner zweckmässig, dass man bei langen Rohrleitungen an dem vor dem unteren Theile der Säule befindlichen Stücke der Rohrleitung ein Sicherheitsventil anbringt, welches der lebendigen Kraft des Wassers beim plötzlichen Absperren des Krahnventils einen Ausweg gewährt, da anderenfalls durch eintretende Stösse ein Bruch der Rohrleitung herbeigeführt werden kann. Da es aber des Oefteren vorgekommen ist, dass diese kleinen Sicherheitsventile nach längerer Zeit unbrauchbar wurden, so sieht man von dieser Einrichtung meistens ab und lässt dafür das Krahnventil durch eine Schraube bewegen, wodurch dem plötzlichen Absperren vorgebeugt wird.

Um die Unterhaltung der Wasserkrahne zu erleichtern, empfehlen sich folgende Einrichtungen:

1) Man muss unter der Fundamentplatte einen genügend grossen Raum haben, damit die etwa eintretenden Reparaturen leicht ausgeführt werden können.
2) Anbringung sämmtlicher Ventile u. s. w. in der Art, dass sie bei eintretenden Reparaturen leicht zugänglich sind.

Um die Krahne im Winter gegen die Einwirkung des Frostes zu schützen, umgiebt man sie mit einem Mantel von Stroh. Es ist diese Manipulation unter allen Umständen zu empfehlen, da das Entleerungsventil des Krahns einestheils seinen Dienst versagen und anderentheils bei heftigem Frost sich nach und nach im Innern des Krahns eine dicke Eiskruste bilden kann.

Die neuerdings auf einigen französischen Bahnen angewendeten Reservoirkrahne tragen an ihrem oberen Theile ein Reservoir. Dieselben müssen folgenden Bedingungen Genüge leisten:

1) sie müssen mindestens eine Tenderfüllung Wasser enthalten;
2) sie müssen mit dem Hauptreservoir durch eine Rohrleitung verbunden sein, die genügt, um während der zwischen zwei aufeinander folgenden Zügen vorhandenen Zeit das Reservoir des Krahnes zu füllen;
3) sie müssen mit einem Vorwärmeapparat versehen sein, welcher gestattet, das in dem Säulenkrahn vorhandene Wasser auf 20—25° Cels. zu erwärmen.

Die Anwendung derselben wird alsdann vortheilhaft, wenn die zwischen dem Reservoir und dem Wasserkrahne befindliche Rohrleitung eine sehr grosse Länge besitzt und daher, um eine genügend rasche Füllung der Tender zu erzielen, mit einem sehr grossen Durchmesser construirt werden muss.

Es ist leicht ersichtlich, dass bei Anwendung eines Reservoirkrahnes die betreffende Rohrleitung einen viel geringeren Durchmesser erhalten kann, da die Zeit zum Durchgange einer Tenderfüllung durch die Rohrleitung in diesem Falle eine viel

grössere ist. Die Zeitdauer zum Füllen eines Tenders variirt von 2—5 Minuten für verschiedene Krahne.

§ 20. Beschreibung der verschiedenen jetzt am meisten gebräuchlichen Krahnconstructionen. — Ein auf der Hannoverschen Staatsbahn auf der Strecke Bremen-Geestemünde angewendeter Wandwasserkrahn ist aus Fig. 9—11, Tafel LVI zu ersehen.

Das von der in der Nähe befindlichen Cisterne herkommende gusseiserne Rohr *a* nimmt mittelst Schrauben ein Kniestück *b* auf, an welches sich am unteren Ende ein zweites Kniestück *c* anschliesst, welches Letztere an seinem oberen Ende eine Stopfbüchse zur dichten Verbindung der beiden Theile *b* und *c* trägt. Das Kniestück *c* ist mit der an der Mauer durch Schrauben verankerten Grundplatte *g* durch einen Ring verbunden und wird nach unten durch eine schmiedeeiserne Säule *s*, welche sich auf das an der Grundplatte *g* befestigte Spurlager *p* stützt, getragen. An das Knierohr *c* schliesst sich zunächst das gusseiserne Rohr *d* an, an welchem Letzteren wiederum zwei Kniestücke *m* und *n* (Fig. 11) angeschraubt sind. Diese Letzteren sind ebenfalls drehbar. An das Rohr *n* schliesst sich alsdann noch das kupferne Ausgussrohr *e* an.

Zur Aufnahme des bedeutenden Gewichtes der Krahnröhren sind diverse Zugstangen angebracht, welche an der oben am Mauerwerk befindlichen Grundplatte *o* in dem drehbaren Stück *u* befestigt sind.

Der vorstehend beschriebene Krahn dient für zwei Gleise. Soll ein solcher Krahn nur für ein Gleis benutzt werden, so ist *d* das kurze Ausgussrohr und demgemäss wird die Zahl der Zugstangen zur Aufhängung des Krahnrohres entsprechend vermindert.

Der auf Tafel LVI, Fig. 12—14 dargestellte Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn ist ganz aus Gusseisen hergestellt.

Eine auf der gusseisernen Fundamentplatte *a* mit Schrauben verankerte Säule *b* nimmt an ihrem oberen Ende ein gusseisernes Bogenstück *c* auf, an welches sich das drehbare gusseiserne Ausgussrohr *d* anschliesst. Die an der Stelle, wo das Rohr *c* in das von *d* hineintritt, befindliche ringförmige Oeffnung ist durch eine Platte, welche sich möglichst nahe dem Umfange des Rohres *c* anschliesst, geschlossen. Das drehbare Ausgussrohr *d* wird gestützt durch die auf dem Kopfe des Rohres *c* angebrachte und daselbst drehbare Zugstange *z* und durch die schmiedeeiserne Säule *s*, welche in entsprechenden Lagern *l l* geführt und vermittelst einer Handhabe *h* gedreht werden kann, wodurch gleichzeitig eine Drehung des Rohres *d* veranlasst wird.

Die Säule *b* steht durch ein Kniestück *e* mit dem Schieberkasten, welcher den zum Absperren des Wasserzuflusses dienenden Schieber *s* enthält, in Verbindung. Die Bewegung des Schiebers wird durch einen Hebel *p* hervorgebracht.

Der Schieber *s* ist so construirt, dass, wenn er die Krahnsäule absperrt, alsdann das in der Krahnsäule befindliche Wasser durch die bei *o* befindliche Oeffnung am Schieberkasten abfliessen kann, während bei Oeffnung des Schiebers, also beim Eintritt des Wassers in den Krahn, der Ausfluss des Wassers durch den Canal *o* nicht stattfinden kann.

Ein auf der Hannoverschen Staatsbahn angewendeter Wasserkrahn ist in Fig. 15 und 16, Tafel LVI dargestellt.

Die gusseiserne Säule *b* nimmt an ihrem oberen Ende ein ringförmiges Stück so auf, dass die innere Wand des ringförmigen Gefässes *c* oben von der Säule um-

fasst wird, so dass das durch die Säule ankommende Wasser in den zwischen der Säule und dem Kopfe *c* befindlichen Raum nicht hineingelangen kann. Der Kopf *c* nimmt an der einen Seite das Ausgussrohr *d* auf und wird oben durch die kleine Haube *v* geschlossen. Bei der Drehung des Ausgussrohres vermittelst der Handhabe *h* wird die Führung des Kopfes *c* einestheils durch das Halslager *l* und anderentheils durch das sich auf die feste Säule stützende Spurlager *u* bewirkt.

Die am Fuss der Säule befindliche Fundamentplatte *a* nimmt den Schieberkasten mit dem Schieber *s* auf. Neben demselben ist noch ein zweites Ventil *t*, das vermittelst eines kleinen Handrades mit Schraube bewegt wird. Die Bewegung des Schiebers *s* geschieht durch den Führer, dessen Tender Wasser nimmt, vermittelst des kleinen Handrades *r*. Das Letztere setzt durch eine Schraube den Winkelhebel *w* und damit auch gleichzeitig die Zugstange *z* und den Schieber *s* in Bewegung.

Die Entleerung des Wasserkrahnes erfolgt in ganz gleicher Weise durch den Schieber *s* wie bei dem Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn.

Der Normal-Wasserkrahn der Badischen Eisenbahnen ist in Fig. 17—19, Tafel LVI dargestellt.

Man findet hierbei als Dichtung zwischen dem drehbaren und festen Theile eine Stopfbüchse. Der obere drehbare Theil des Krahnes tritt in die auf der Fundamentplatte *a* befestigte Säule *b* hinein, wobei das Gewicht des ersteren auf dem oberen Rande von *b* ruht. Die Säule *b* trägt an ihrem unteren in der Grube liegenden Ende eine Stopfbüchse, in welche der drehbare Theil des Krahnes hineinragt. Die Absperrung des Krahnes geschieht durch den Schieber *s* vermittelst eines Hebels *p*. Die Entleerung der Säule vom Wasser erfolgt in derselben Weise wie bei dem in Fig. 12 bis 14 dargestellten Krahne.

Fig. 20, Tafel LVI zeigt einen auf der französischen Ostbahn im Betriebe befindlichen Reservoirkrahn. Der obere Theil der Zeichnung zeigt einen Schnitt rechtwinklig auf die Schienen, während der untere Theil parallel den Schienen geschnitten ist.

Die eigentliche Säule *s* nimmt an ihrer Basis das Leitungsrohr für den Zufluss des Wassers auf und hat ferner einen kleinen Heerd, von dem die Gase durch zwei verticale Rohre bis in das über der Säule gelegene Reservoir *r* gelangen und von da aus in die Atmosphäre, nachdem sie das Reservoir der ganzen Höhe nach durchschritten haben.

Die Wände des Reservoirs bestehen aus Blech, die Grundplatte ist mit der Säule aus einem Stück hergestellt und durch acht Rippen verstärkt; an der Seite der Grundplatte befindet sich das Ventil, welches von der Maschine aus in Thätigkeit gesetzt werden kann. Unter dem Ventile ist der Drehpunkt für den Ausleger angebracht. Mit dem Letzteren ist gleichzeitig eine Laterne verbunden, welche immer durch ihre Farbe die Richtung des Auslegers während der Dunkelheit angiebt. Der Inhalt des Reservoirs beträgt 6 Cubikmeter.

Auf einigen Stationen der französischen Nordbahn tragen die Reservoirkrahne zwei Arme, so dass die in entgegengesetzter Richtung fahrenden Züge gleichzeitig Wasser nehmen können.

§ 21. Einige eigenthümliche Vorrichtungen, um das Wasser direct, ohne Anwendung mechanischer Hülfsmittel, in die Tender zu heben. — Von dem amerikanischen Ingenieur Lansdell ist die Speisung der Tender mit Wasser in folgender Art versuchsweise zur Anwendung gekommen. In der Nähe des Brunnens, aus dem das Wasser gehoben werden soll, ist ein Wasserkrahn aufgestellt; dicht über dem

Wasserspiegel im Brunnen ist ein Injecteur angebracht, welcher das Wasser in den Krahn hebt. Der für den Injecteur erforderliche Dampf wird aus dem Locomotivkessel entnommen. Ob durch die Versuche günstige Resultate erzielt sind, ist nicht angegeben; mit grosser Wahrscheinlichkeit ist indess das Gegentheil anzunehmen.

Eine früher viel Aufsehen machende Methode zum Heben des Wassers direct durch den von der Locomotive entnommenen Dampf ist von Fryer construirt. Ein durch einen benachbarten Brunnen gespeistes Reservoir hat, nachdem die Verbindung mit dem Brunnen abgesperrt ist, nur noch eine Ausflussöffnung, welche mit einem gewöhnlichen Wasserkrahn verbunden ist. Durch zwei kleine Säulen wird der von der Locomotive kommende Dampf aufgenommen und durch entsprechende Rohrleitungen nach dem oberen Theile des Reservoirs geführt. Die zur Aufnahme des Dampfes von den Locomotiven dienende Säule ist doppelt vorhanden, damit die Locomotive für jede Stellung des Tenders im Stande ist, Wasser zu nehmen. Das Heben des Wassers geschieht dann durch den in den oberen Theil des Reservoirs von der Locomotive strömenden Dampf. Versuche, die wirklich mit dieser Vorrichtung angestellt sind, müssen nur ungünstige Resultate ergeben haben, da von einer fortgesetzten Anwendung dieser Methode überall Nichts bekannt ist.

Eine weitere eigenthümliche Vorrichtung zum Heben des Wassers in die Tender ist die sogenannte Ramsbottom'sche Vorrichtung. Auf der London- und Nordwest-Bahn fahren die Expresstrains 90—110 Kilometer ohne anzuhalten. Für diesen Weg reicht eine Tenderfüllung des allgemein üblichen Volumens für Tenderbassins nicht aus. Es musste daher eine Anordnung getroffen werden, dass die Tender während der Fahrt gefüllt wurden. Zu diesem Ende befindet sich zwischen den Schienen ein mit Wasser gefüllter Canal, in den ein von dem Tender herabzulassendes, in der Bewegungsrichtung gekrümmtes Rohr hineinreicht. Wird das Rohr während der Fahrt in den Canal hinabgelassen, so wird das Wasser mit einer der Geschwindigkeit des Tenders entsprechenden Druckhöhe in das Tenderbassin hinaufgedrängt und nach Füllung des Tenders wird das Rohr wieder hinaufgezogen. Ausführlicheres über diese Vorrichtung findet sich im III. Bande dieses Werkes XVI. Capitel § 10. Eine ähnliche Einrichtung ist neuerdings in Amerika auf der Pennsylvanischen Bahn ausgeführt. S. Organ f. Eisenbahnwesen 1877, p. 204.

§ 22. Einige Angaben über Preise von mechanischen Anlagen bei Wasserstationen.[1] — Eine Handpumpe, wie in Fig. 9 und 10, Tafel LV dargestellt, kostet excl. Montiren etwa 495 Mark.

Eine Windmühlenanlage nach Fig. 11, Tafel LV zum Betriebe einer Pumpe (Fig. 8) kostet incl. der Kosten für Umänderung der Pumpe etwa 2160 Mark.

Eine Dampfpumpe, wie in Fig. 12, Tafel LV, kostet ohne Montiren etwa 1020 Mark.

Ein Dampfkessel für eine Dampfpumpenanlage der Oberschlesischen Eisenbahn (p. 862) kostet incl. Armatur etwa 1050 Mark.

Eine gusseiserne Cisterne von $3^m,19$ Länge, $1^m,883$ Breite und $1^m,883$ Höhe kostet fertig etwa 360 Mark. (Fig. 1, 2 und 3, Tafel LVI.)

Eine schmiedeeiserne Cisterne von $4^m,289$ Durchmesser und $2^m,145$ Höhe (Fig. 4—6, Tafel LVI) kostet incl. Aufstellung pro Centner 28 Mark und im Ganzen 1863 Mark.

---

[1]) Die nachstehend angeführten Preise galten in den Jahren 1868—1870.

Der laufende Fuss gusseiserner Rohrleitung von $0^m,157$ Weite kostet incl. Dichten und Verlegen etwa 3 Mark, desgl. von $0^m,078$ Weite etwa 1,6 Mark.

Ein Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn (Fig. 12—14, Tafel LVI) kostet excl. Aufstellen 360 Mark; das Aufstellen, Fundament u. s. w. kostet etwa 150 Mark.

Ein Wasserkrahn (Fig. 15—16, Tafel LVI) kostet excl. Aufstellen etwa 900 Mark.

Ein Brunnen von $1^m,883$ Weite, von Ziegeln aufgemauert, kostet bei $6^m,277$ Tiefe etwa 750 Mark.

§ 23. Ueber die in den »Technischen Vereinbarungen« des D. E. V. in Bezug auf Wasserstationen enthaltenen Bestimmungen. —

I. Grundzüge für die Gestaltung der Haupt-Eisenbahnen Deutschlands.

§ 87. Wasserstationen sind in entsprechenden Entfernungen anzulegen und ist hierbei reichliche und sichere Versorgung der Locomotiven mit gutem Speisewasser vorzusehen.

§ 88. Freistehende Wasserkrahne verdienen den Vorzug vor Krahnauslegern, welche über mehrere Gleise reichen.

Die Wasserleitungsröhren von den Wasserbehältern zum Wasserkrahn sollen mindestens 150^{mm} lichten Durchmesser haben.

Die Ausgüsse der Wasserkrahne müssen mindestens $2^m,850$ über der Oberkante der Schienen liegen.

Aus den Ausgussröhren resp. den freistehenden Krahnsäulen soll das Wasser vollständig abgelassen werden können.

III. Obligatorische Vorschriften für die Haupt-Eisenbahnen.

17. (§ 88.) Die Ausgüsse der Wasserkrahne müssen mindestens $2^m,850$ über der Oberkante der Schienen liegen.

Literatur.

Amerikanische Dampfpumpe. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 232.

Anton, freistehender Normal-Wasserkrahn für die Badische Eisenbahn. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1867, p. 141 und 196.

Anton, Selbstentleerungsschieber für Wasserkrahne. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 186.

Ackenasy, Ueber Quellengebiete und Wasserversorgung der Odessa-Baltaer Eisenbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnw. 1874, p. 1.

Basson, Neuer Wasserkrahn der Wilhelmsbahn. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1868, p. 198.

Beuther, Ueber die Anwendung der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe zur Förderung des Locomotiv-Speisewassers. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 722; Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1862, Juli.

Brown's verglaste Platten zu Tenderbassins. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865, p. 21.

Buresch, Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 45.

Central-Wasserstation der Hessischen Ludwigs-Bahn in Mainz. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 173; Geschäftsbericht der Hessischen Ludwigs-Bahn pro 1865, p. 13.

Chavés, Versuche über Leistungen der Wasserstationspumpen. Mémoire et compte rendu des trav. de la société des ingen. civils. 15 année, 2 cahier; Civil-Ingenieur 1863, p. 173; Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1865, p. 84.

Dampfpumpe der Dünaburg-Witebsker Eisenbahn. Organ für Eisenbahnwesen 1871, p. 203.

Dampfmaschine, transportable für Wasserstationen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1875, p. 294.

Donath, Wasserkrahn für Eisenbahnen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 71; Civil-Ingenieur 1864, p. 209.

Donnet's Brunnenanlage. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1868, p. 50.

Flattich, Ueber Wasserstationsgebäude. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 67; Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1865, p. 214.

Fryer's Vorrichtung zum Heben des Wassers. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1860, p. 273.

Funk und Debo, Ueber eine zum Heben des Wassers angewendete Windmühle auf Station Wunstorf. Förster's Bauztg. 1851, p. 282; Organ f. Eisenbahnwesen 1852, p. 122—125; Notizbl. d. Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver., Bd. 1, p. 31—38; Polyt. Centralbl. 1852, p. 497.

Funk, Ueber Wasserförderung zum Speisen der Locomotiven auf den Hannoverschen Bahnen. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 49.

Geiger, Wasserstations-Anlage mit Sammelbassin. Organ f. Eisenbahnwesen 1874, p. 262.

Giffard's Injecteur zur Speisung von Wasserkrahnen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 256.

Goschler, Traité pratique de l'entretien etc. des chemins de fer. Tome III, p. 582.

Jeep's Pumpe mit zwei Kolben. Mit Abbd. Dingler's polyt. Journal, Bd. 162, Heft 4; Organ für Eisenbahnwesen 1863, p. 85.

Kayser, Neuer Wasserkrahn für Eisenbahnen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1864, p. 115; Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1863, p. 538.

Kirchweger's neue Saug- und Druckpumpe für Wasserstationen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1855, p. 1.

Kirchweger, Ueber Herstellung von Brunnen auf Bahnhof Hannover. Zeitschr. d. Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1861, Heft 4; Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 83.

Kleeblatt, Dichtung gusseiserner Wasserleitungsröhren. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 207; Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1867, p. 3.

Koch, Ueber Wasserstationen. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 173; Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1866, p. 320.

Lebrun und Lévèque's Wasserkrahn. Mit Abbd. Le Génie industriel 1862, p. 14; Polyt. Centralblatt 1862, p. 1187.

Lebrun und Lévèque's kleine Dampfspeisepumpe. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1862, p. 115; Dingler's polyt. Journal. Bd. 160, Heft 5.

Lelardeaux, Apparat zum Vorwärmen des Speisewassers für die Tender. Mit Abbd. Le Génie industriel. Févr. 1862, p. 87; Polyt. Centralbl. 1862, p. 783; Dingler's polyt. Journal, Bd. 164, Heft 2; Organ f. Eisenbahnwesen 1863, p. 82.

Lindner, verbesserte Schieberpumpe. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1862, p. 173.

Meggenhofen, Apparat zum Vorwärmen des Speisewassers der Locomotiven auf dem Main-Weser-Bahnhofe zu Frankfurt a. M. Mit Abbd. Dingler's polyt. Journal 1850, p. 174; Organ für Eisenbahnwesen 1850, p. 56.

Meggenhofen, Wandwasserkrahn auf dem Main-Weser-Bahnhofe zu Frankfurt a. M. Mit Abbd. Dingler's polyt. Journal 1850, p. 164; Organ f. Eisenbahnwesen 1850, p. 115.

Mentz, Ueber Wasserstationen auf Bahnhöfen. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 258; Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1865, p. 191.

Neustadt und Bonnefond, Reservoirkrahn zum schnellen Speisen der Locomotiven. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 25; Förster's Bauzeitg. 1864, p. 94.

Newton, Vorwärmer für das Speisewasser bei Expansions-Dampfmaschinen und Locomotiven. Mit Abbd. London Journal, Juli 1862, p. 16; Polyt. Centralbl. 1862, p. 1134.

Parson, Röhrenverbindung. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1857, p. 113.

Paulus, Ueber Kuppelung und Dichtungen von Wasserleitungsröhren. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1862, p. 103.

Petit's Röhrenverbindung. Mit Abbd. Le Génie industriel, Août 1856; Polyt. Centralbl. 1856, Nr. 24; Organ f. Eisenbahnwesen 1856, p. 263.

Prüssmann, Windräder zum Betriebe der Wasserstationen auf den königl. hannoverschen Eisenbahnen. Mit Abbd. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1862, p. 133.

Pumpenauslösung, selbstwirkende, an den Wasserstationen der Ludwigshafen-Bexbacher Bahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1851, p. 58.

Ramsbottom's Vorrichtung zum Wassernehmen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1862, p. 117.

Reder, Ueber den Kalk- und Gypsgehalt der zur Locomotivspeisung zu benutzenden Fluss- und Brunnenwasser. Organ für Eisenbahnwesen 1871, p. 206.

Reinigen und Weichmachen des Wassers im Heizhause zu Wien. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, p. 218.

Reinigung des Speisewassers für Locomotiven auf der Thüringischen Eisenbahn nach der Methode des Dr. de Haën in Hannover. Organ f. Eisenbahnwesen 1874, p. 221.

Rohrbeck's verbesserter Vorwärmer für Wasserstationen. Eisenbahnztg. 1852, p. 125.

Röhren, gusseiserne, mit sphärischer Muffe oder gegliederten Verbindungen von Doré, Chevé u. Comp. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1863, p. 258.

Röhrenverbindungen. Organ f. Eisenbahnwesen 1869, p. 231.

Röhrenverbindung von Fragneau. Organ für Eisenbahnwesen 1870, p. 207.

Röhrenverbindung von Croucier. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1871, p. 152.

Röhrenverbindung von Rust. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1872, p. 118.

Saugrohrleitung der Wasserstation Eydtkuhnen. Mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 226.

Scherenberg, Wasserstation mit Selbstversorgung. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnw. 1876, p. 89.

Schneider, Speisung der Locomotiven mit Flusswasser und die Wasserstationen der Petersburg-Warschauer Eisenbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 108.

Schöttler, verbess. Wasserkrahn zum Füllen der Tender. Mit Abbd. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ing.-Ver., Bd. 1, p. 221; Organ für Eisenbahnwesen 1856, p. 73; Polyt. Centralbl. 1857, p. 74.

Speisepumpen für die Reservoirs der Französischen Westbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1866, p. 28; Le Génie industriel. Mai 1865, p. 226.

Stock, Notizen über eine Wasserleitung zur Speisung der Locomotiven auf dem Bahnhofe zu Goslar. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ing.-Ver. 1868, p. 190; Organ f. Eisenbahnw. 1869, p. 153.

Strecker, Ueber Wasserstations-Wärmapparate, ihre Berechnung, Anordnung u. s. w. Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1854, p. 179.

Thomas, Anlage der Wasserstationen auf der Wien-Gloggnitzer, Oedenburger und Brucker Bahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1850, p. 109.

Underhay's verbesserter Wasserkrahn für Eisenbahnstationen. Mit Abbd. Dingler's polyt. Journ., Bd. 101. p. 421.

Verwendung von Flusswasser zum Speisen der Locomotiven. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867, p. 468.

Vorwärmefeuerung, Beschreibung einer, auf den Stationen der Thüringischen Eisenbahn. Mit Abbd. Förster's Bauztg. 1852, p. 25; Polyt. Centralbl. 1852, p. 1060.

Vuillemin, locomobile Dampfmaschine zum Speisen der Wasserreservoirs auf der Französischen Ostbahn. Mit Abbd. Le Génie industriel 1860, p. 27; Polyt. Centralbl. 1860, p. 353; Dingler's polyt. Journal, Bd. 156, p. 87.

Wall, Elles, Ransomes und Sims, Fox, Henderson u. s. w., Ueber Wasserkrahne. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1855, p. 149.

Wasserhebung vermittelst des Friedmann'schen Injectors. Organ für Eisenbahnwesen 1871, p. 78.

Wasserhebungs-Apparat zum Füllen von Tendern. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, p. 218.

Wasserkrahne auf französischen Eisenbahnen. Förster's Bauzeitg. 1859, p. 348.

Wasserleitung vom Main nach der Wasserstation der Main-Neckar-Bahn in Frankfurt a. M. Organ für Eisenbahnwesen 1869, p. 35.

Wasserstation, cylindrische, der Bahn du Midi. Nouvelles annales de la construction. 1857, Jan.

Wasserstation, ökonomisch eingerichtete, zu Leure Zeitschr. des Vereins deutsch. Eisenb.-Verwalt. 1862, p. 427.

Wasserstation mit Locomobilbetrieb der Halle-Kasseler Eisenbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 7.

Wasserstation, neue, der Wilhelmsbahn auf Bahnhof Ratibor. Organ f. Eisenbahnwesen. 1870, p. 29.

Wasserstation, einfache hölzerne auf amerikanischen Bahnen. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnw. 1875, p. 173.

Wasserstationen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Sorau und Liegnitz. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1864, p. 157. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1864, p. 181.

Wasserstationen der Ostholsteinischen Bahn zu Neustadt und Eutin. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1869, p. 33.

Wasserstationen der k. Südrussischen Eisenbahnen. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1869, p. 46.

Wasserstationen, Verbesserungen an denselben auf der Westphälischen Bahn. Organ f. Eisenbahnwesen 1870, p. 247.

Wasserstationen der Oesterreich. Nordwestbahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1872, p. 171.

Wasserstationen der Orléansbahn. Organ f. Eisenbahnwesen 1874, p. 78.

Wasserstationen der Köln-Mindener Bahn. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1875, p. 172.

Wasserversorgung auf der südrussischen Staatsbahn. Organ für Eisenbahnwesen 1870, p. 207.

Wasserversorgung, Anlage für die, des Centralbahnhofes der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien. Organ f. Eisenbahnwesen 1872, p. 212.

Wernher, einfache Dampfpumpe mit Kessel der Wasserstation der Taunus-Bahn zu Wiesbaden. Mit Abbd. Organ f. Eisenbahnwesen 1865, p. 63.

Windmühlen auf den Wasserstationen der Schleswigschen Eisenbahn. Mit Abbd. Organ für Eisenbahnwesen 1871, p. 180.

Wöhler, neue Wasserkrahne der Niederschlesisch-Märkischen Bahn. Mit Abbd. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1859, p. 223; Polyt. Centralbl. 1859, p. 764.

Zacch, Einrichtung der neuen freistehenden Wasserkrahne nach der Construction von Klett & Co. in Nürnberg. Mit Abbd. Organ f Eisenbahnwesen 1866, p. 200.

XVII.

Wege, Entwässerung und Einfriedigung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von

Ed. Sonne,

Baurath, Professor am Polytechnikum zu Darmstadt.

(Hierzu die Tafel LVII.)

---

§ 1. Uebersicht. — In dem nachstehenden Capitel gelangen folgende Gegenstände zur Besprechung:

A. Die Wegeanlagen der Bahnhöfe. Hierher gehören zunächst die eigentlichen Fahrwege und die befestigten Plätze, es sind aber auch diejenigen Stellen zu besprechen, welche man über das Niveau der Bahnhöfe zu erheben und mit besonderer Sorgfalt auszustatten pflegt, um das Besteigen der Wagen, sowie das Laden derselben zu erleichtern: die Perrons und Rampen.

B. Die Vorrichtungen zum Hemmen der Locomotiven und Wagen an den Enden todt auslaufender Gleise und in Nebengleisen.

C. Die Entwässerungsanlagen der Bahnhöfe. Im Anschluss an diese Anlagen werden die sogenannten Reinigungsgruben erörtert, in welche (neben sonstiger Verwendung) beim Entleeren der Locomotivkessel und beim Reinigen der Locomotiven das Wasser abgelassen wird.

D. Die Einfriedigungen der Bahnhöfe.

§ 2. Wege und befestigte Plätze der Bahnhöfe. — Auf den Bahnhöfen haben die Landfuhrwerke an die Eisenbahnwagen Personen, Güter und Rohmaterial abzugeben, es ist somit erforderlich, dass daselbst mindestens ein Weg, bei grösseren Anlagen aber ein System von Wegen angelegt wird, welche sich in geeigneter Weise an die Gleise und an die Bahnhofsgebäude anschliessen. An den Stellen, woselbst das Landfuhrwerk nicht nur passirt, sondern auch längere Zeit verweilt und umwendet, namentlich also vor dem Hauptgebäude, dem Güterschuppen und an einzelnen Stellen der Ladeplätze für das Rohmaterial, sind die Wege zu befestigten Plätzen zu erweitern. Eine leichtere Befestigung genügt für diejenigen Plätze, welche von beladenen Wagen selten oder gar nicht befahren werden, und namentlich für die meisten Lagerplätze. Stellen, welche nur von Fussgängern betreten werden, kann man zweckmässiger Weise zu Gartenanlagen ausbilden.

Als Ausgangspunkt für die Besprechung wählen wir die auf Zwischenstationen vorkommenden Anordnungen.

Der Zufuhrweg nach derartigen Stationen trägt im Allgemeinen den Charakter einer frequenten Chaussee, es wird somit für Anlagen von mittlerer Grösse eine Fahr-

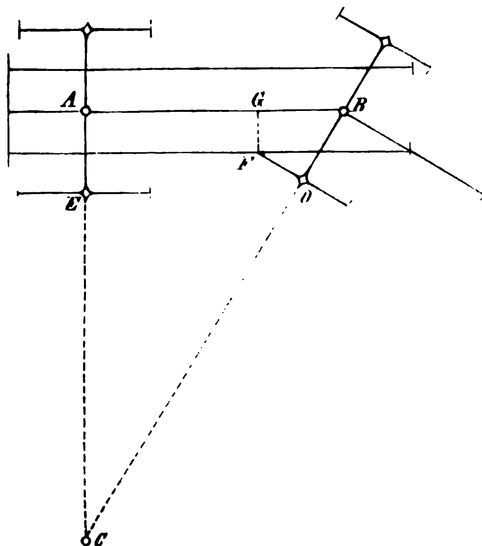
bahn von 4m,25 bis 6m Breite genügen, welche mindestens bis zum Hauptgebäude von einem geräumigen und gut ausgestatteten Fusswege zu begleiten ist. Der befestigte Platz vor dem Hauptgebäude erhält eine Breite von 16 bis 20m, wenn nicht, wie beispielsweise bei Endbahnhöfen der Fall ist, besondere Anforderungen an denselben zu stellen sind. Wenn der Weg nach dem Güterschuppen an dem Hauptgebäude vorbeiführt, so findet bei dem zwischen dem Ersteren und dem Letzteren anzulegenden Thore eine Verengung der Befestigung bis auf ca. 5m Breite statt, und es ist von da ab der Weg an dem Güterschuppen vorbei und parallel mit dem Gleise für Rohmaterialverladung mit 6 bis 10m Breite zu führen. Diese Breite entspricht der drei- bis vierfachen Breite des Landfuhrwerks nebst dem erforderlichen Spielraum. Wenn die Gleise zum Verladen von Rohmaterial mit einem feststehenden Krahn für Quaderverladung und dergleichen ausgerüstet sind, so ist die Anordnung eines befestigten Platzes von ca. 300—400 Quadratmeter Grundfläche um denselben zweckmässig. Besondere Plätze oder Schleifen zum Zweck des Umwendens der Fuhrwerke an dem Ende des Weges erscheinen entbehrlich, wenn das Terrain neben demselben frei und leicht befestigt ist. Die Wagen können alsdann leer auf jeder beliebigen Stelle wenden.[1]) Wenn auf dem Bahnhofe Nutzholz und dergleichen in grösseren

[1]) Der Kreisbogen, in welchem gewöhnliche Lastfuhrwerke wenden können, selbst wenn die Construction derselben der Art ist, dass die Vorderräder nicht unter die Langbäume treten, hat 4 bis 5m Halbmesser. Chaisen wenden in einem Bogen von $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$m Halbmesser.

Ueber die Ermittelung der Radien der Strassencurven aus den Dimensionen der Fuhrwerke mögen hier noch einige beiläufige Bemerkungen Platz finden, obwohl der Gegenstand genau genommen dem Strassenbau angehört.

In nebenstehender Grundriss-Skizze bezeichnen A und B die Mitten der Hinterachse und bezw. der Vorderachse eines Landfuhrwerkes, E und D die Mitten des Hinterrades und bezw. des Vorderrades desselben, wobei das Letztere so gestellt ist, dass der Radreif den Oberwagen des Fuhrwerkes im Punkte F nahezu berührt. Die verlängerten Linien AE und BD legen den Punkt C fest, welcher Mittelpunkt der von den Punkten A und B durchlaufenen Kreisbögen ist und zugleich als Mittelpunkt der Strassencurve angesehen werden kann. — Der Radius R der Letzteren ist $= \frac{AC + BC}{2}$, wenn man einen Weg betrachtet, der von einem Fuhrwerk befahren wird.

Fig. 1.



Wenn man nun bezeichnet:

den Radstand AB mit . . . . l,
die halbe Spurweite BD mit . . . . s_1,
die halbe Breite des Oberwagens (oder der Ladung), gemessen in der Höhe, wo der Radreif denselben berührt, mit . . . a,
den verticalen Abstand des Berührungspunktes F von der Fahrbahn mit . . h,
und den Halbmesser des Vorderrades mit ρ,

so hat man zur Bestimmung des Winkels $ABC = \beta$

$$\cos\beta = \frac{1}{s_1^2 + b^2}\left(s_1\sqrt{(s_1 + a)(s_1 - a) + b^2} - ab\right).$$

worin $b = \sqrt{h(2\rho - h)}$.

Bei Aufstellung dieser Formel ist auf den Sturz der Räder keine Rücksicht genommen, dem Umstande entsprechend, dass beim Wenden der Fuhrwerke ein kleiner Spielraum zwischen dem Vorderrade und dem Oberwagen stets vorhanden sein muss.

Massen zur Verladung und vorübergehend zur Lagerung kommt, so ist es zweckmässig, den betreffenden Fahrweg nicht am Gleise entlang zu führen, sondern Lagerplätze oder besser eine geräumige Holzverladerampe zwischen dem Gleise und dem Wege anzuordnen.

Für Wege, welche auf grösseren Plätzen für Rohmaterialverladung zwischen Gruppen von Gleisen sich befinden, wird in den Referaten der Münchener Techniker-Conferenz (3. Supplementband zum Organ, Frage A. 14) eine Breite von 15^m und für die gepflasterten Plätze zwischen grossen Güterschuppen eine solche von 30 bis 38^m empfohlen. — Plätze, welche mit Strahlengleisen ausgerüstet sind, müssen in ihrer ganzen Ausdehnung befestigt werden.

Die Querprofile der Bahnhofswege sind im Allgemeinen so anzuordnen, dass die höchsten Punkte sich zunächst den Gleisen befinden, denn es ist nicht zweckmässig, das von den Wegen abfliessende, unreine Wasser den Gleisen zuzuführen. Wege von mässiger Breite, die an denselben entlang laufen, erhalten somit ein einseitiges Quergefälle, eine Anordnung, die auch in vielen Fällen in der Nachbarschaft der Bahnhofsgebäude zweckmässig ist; breite Wege dagegen, welche an beiden Seiten von Gleisen begrenzt sind, haben die tiefsten Punkte in der Mitte zwischen beiden Gleisen.

Bei Festlegung der höchsten Punkte der Plätze vor dem Hauptgebäude und dem Güterschuppen ist zu beachten, dass bei ersterem das Pflaster ziemlich tief und tiefer, als Schienenkopf liegen muss, um eine ausreichende Sockelhöhe zu gewinnen, dass aber bei letzterem das Pflaster etwas höher, als Schienenkopf liegen sollte, weil das Landfuhrwerk weniger Höhe erfordert, als die Eisenbahnwagen. Man erhält hierdurch ein die Abwässerung beförderndes Längengefälle in der Fahrbahn. — Auf den Oldenburgischen Bahnen werden auch an den Ladegleisen die denselben zunächst liegenden Kanten um 20^{cm} höher als Schienenkopf gelegt, wodurch die Verladearbeiten merklich erleichtert werden.

Zur Befestigung der Fahrbahnen bringt man entweder Pflasterung oder Chaussirung zur Anwendung. Einzelnheiten über die hierbei benutzten Materialien und die Verarbeitung derselben gehören nicht hierher. Hervorgehoben muss aber werden, dass gerade bei Bahnhofsbauten verschiedene Gründe für die Ausführung von Pflaster — zum wenigsten auf den stärker befahrenen Stellen — sprechen. Diese Gründe sind folgende:

Die Herstellung einer guten Chaussirung erfordert die Anwendung von Walzen, welche für die isolirten Wegeanlagen der Bahnhöfe mitunter nur mit grossen Kosten zur Stelle zu schaffen sind.

Eine regelrechte Unterhaltung der Chaussirung ist schwieriger und oft auch kostspieliger, als die Unterhaltung des Pflasters, letzteres namentlich dann, wenn Sackungen des Untergrundes unter den Wegen vorkommen.

Die Dimensionen gewöhnlicher Leiterwagen sind der Art, dass man annähernd $s = b$ setzen kann und ergiebt sich alsdann für den Winkel $ACB = \alpha$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s_1^2 - a^2}{2 s_1 a}.$$

Setzt man in dieser Formel $s_1 = 0{,}75$ und $a = 0{,}5$, so erhält man $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}417$ und ferner

$$R = \frac{AC + BC}{2} = 2{,}66\ l.$$

Die vorstehenden Formeln können auch zur Ermittelung der **Breiten**, welche den Wegen und Plätzen für Landfuhrwerk zu geben sind, nutzbar gemacht werden.

Bei Umänderungen und Erweiterungen der Bahnhofsanlagen ist das Pflaster leichter und mit geringerem Materialverlust zu behandeln, als die Chaussirung.

Es dürfte sich somit nicht selten empfehlen, die Mehrkosten, welche Pflasterbahnen gegenüber der Chaussirung zu erfordern pflegen, aufzuwenden, wenn dieselben nicht gar zu erheblich sind. In dieser Beziehung mag noch bemerkt werden, dass namentlich für diejenigen Anlagen, welche nach Eröffnung des Betriebes ausgeführt werden, sich durch die Bahn nicht selten Bezugsquellen für Pflastersteine eröffnen. Man hat also zum wenigsten bei diesen Anlagen in Betreff der Wahl des Befestigungsmateriales gewöhnlich ziemlich freie Hand.

Für die leicht zu befestigenden Stellen der Bahnhöfe und für die Mehrzahl der Lagerplätze genügt eine Decke aus Grand oder Steinschlag von $0^m,1$ bis $0^m,15$ Dicke. Behufs guter Abwässerung ist an diesen Stellen eine kräftige Querneigung anzuordnen. Für Steinkohlenlagerplätze eignet sich indess eine Decke der genannten Art nicht, es ist somit für dieselben ein leichtes Pflaster vorzuziehen.[2])

§ 3. Perrons. — Diejenigen Stellen der Bahnhöfe, welche zwischen dem Hauptgebäude und den auf den Gleisen haltenden Zügen liegen, werden von den Reisenden beim Abgange und bei der Ankunft der Züge betreten, sie dienen aber auch als Wege für die kleinen Wagen, auf denen Gepäck, Eilgut und Fahrpostgegenstände den Zügen zugeführt werden. Es ist üblich, diese Stellen als sogenannte Perrons über das Schienenniveau zu erhöhen, damit das Besteigen der Wagen und das Einladen des Gepäcks u. s. w. erleichtert wird, und sie mit soliden Einfassungen zu versehen, damit die Reisenden nicht zu nahe an die Gleise treten.

Die allgemeine Anordnung der Perrons (als lang an dem Gleise hinlaufende Hauptperrons, als Zwischenperrons, als hufeisenförmige Halbinsel- und Insel-Perrons u. s. w.) hängt so innig mit der Disposition der Bahnhofsgleise und mit der Anlage der Bahnhofshauptgebäude zusammen, dass eine Besprechung derselben nothwendig zur Wiederholung von Gegenständen führen würde, welche in früheren Capiteln bereits vorgekommen sind [3]). Wir beschränken uns deshalb hier auf die Erörterung der Einzelnheiten und zwar vorzugsweise derjenigen, welche bei Anlage von Zwischenstationen Beachtung verdienen.

Ueber den Grundriss dieser Perronanlagen ist Folgendes zu bemerken:

Die Länge der gewöhnlichen Perrons kann nicht wohl nach der Länge der gemischten Züge bemessen werden, es wird somit die Maximallänge der Personenzüge entscheidend sein. Dieselbe beträgt bei einer Zugstärke von 25—30 Achsen 110 bis

---

[2]) Die Bahnhöfe bieten ein geeignetes Feld für Anpflanzungen verschiedener Art (Pflanzungen zur Begrünung der Gebäude, Gartenanlagen zur Verschönerung des Bahnhofs und zur Nutzung Seitens der Bahnhofsbeamten, Baumpflanzungen zur Bedachung breiter Perrons, zur Erzielung von Obst und zum Schutz der Gebäude gegen Wind, Baum- und Pflanzschulen zur Gewinnung von Pflänzlingen u. s. w.). Der Schwerpunkt bei dergleichen Anlagen liegt aber nicht sowohl in der ersten Herstellung, wie in sorgsamer und sachkundiger Unterhaltung. Es ist somit dieser Gegenstand als der Betriebstechnik angehörig zu betrachten. Bemerkt mag hier werden, dass eine den fraglichen Gegenstand betreffende Monographie »Manuel d'arboriculture des ingénieurs« von M. du Breuil vorliegt und dass über das Begrünen von Gebäuden ein Aufsatz von Buresch in der Zeitschrift des hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins 1866, p. 401 zu finden ist. Ferner sind hier anzuführen die Notizen über technische Literatur im Organ 1869, p. 42 Petzold, Anpflanzung von Obstbäumen, und 1870, p. 176 (Lucas, Die Bepflanzung der Eisenbahndämme und Böschungen).

[3]) Man vergl. die §§ 9, 10 und 14 des XIII. Capitels und die §§ 12, 14 und 27 des XIV. Capitels.

130^m. Weil indess die Mitte des Zuges nur ausnahmsweiße mit der Mitte des Perrons zusammenfällt, so ist es zweckmässig, die Länge des Letztern etwas grösser und zwar je nach den Verkehrsverhältnissen und den Steigungsverhältnissen der Bahn zu 130 bis 160^m anzunehmen.[4]) Die Breite des Perrons richtet sich nach der Bedeutung der Station, es wird aber ferner auch zu berücksichtigen sein, ob dem Publicum der Zutritt zum Perron freigegeben ist oder nicht. Bei kleinen und mittleren Stationen werden 6—7^m Perronbreite ausreichend sein, während bei grösseren und namentlich bei Trennungsstationen eine Breite von 8^m noch zu gering erscheint. Es ist unter Umständen zulässig, diese grössere Breite nur in der nächsten Umgebung des Hauptgebäudes anzuwenden, die Enden des Perrons aber schmaler anzulegen.

In der neuesten Ausgabe der technischen Vereinbarungen (§ 74) wird eine ansehnliche Perronbreite empfohlen:

> »**Die Perrons in den Hallen und vor den Stationsgebäuden sind zweckmässig nicht unter 7^m,500 breit anzulegen. Für Hauptstationen ist eine grössere Breite der Perrons zu empfehlen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 3^m von der Mitte des nächsten Gleises abstehen.**«

Die Entfernung der Aussenkante der Perronmauer ist nach der Ausdehnung der Trittbretter der Wagen oder bei Wagen mit Mittelgang nach der Anordnung der Wagentreppen zu bemessen. Das grösste Maass für die Ausladung der Trittbretter (von der Gleismitte ab gerechnet) ist 1^m,575. Man findet die Perronkanten in Entfernungen von 1^m,5 bis 1^m,7 angelegt, soll indess ein Zwischenraum zwischen den Trittbrettern vorhanden sein, so darf derselbe nicht so gross sein, dass die Reisenden Gefahr laufen, mit dem Fuss in diesen Raum zu gerathen.

Für Zwischenperrons ergiebt sich unter Annahme des genannten Abstandes und einer Mittenentfernung der Gleise von 6^m,0 (vergl. den § 62 der Grundzüge) eine Perronbreite von 2^m,8. Dieselbe genügt bei gewöhnlichen Zwischenstationen. Solche mit sehr lebhaftem Personenverkehr und Trennungsstationen sollten Zwischenperrons von ca. 7^m,5 Breite erhalten. Bei dieser Breite kann man den Raum zwischen beiden Hauptgleisen an den Stellen, welche von dem Perron nicht eingenommen werden, durch Anlage von Nebengleisen (zur Aufstellung von Reservewagen u. s. w.) gut ausnutzen.

Für Inselperrons wird in der Zeitschrift des hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins (1861, p. 439) eine Breite von 26^m empfohlen.

Auf französischen Bahnhöfen, bei denen bekanntlich (s. § 21 des XIV. Cap.) ein zweiter Hauptperron jenseits des zweiten Hauptgleises angelegt wird (eine Anordnung, welche auch auf neueren badischen Bahnen adoptirt ist), erhält jener zweite Perron unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Breite von 5^m.

In Betreff der Erhebung des Perrons über das Niveau der Gleise unterscheidet man hohe und niedrige Perrons. Die hohen Perrons, welche mit ihrer oberen Fläche ca. 0^m,8 über Schienenkopf liegen, sind in England ziemlich verbreitet und wurden nach englischen Vorbildern früher auch auf grösseren Stationen deutscher Bahnen nicht selten ausgeführt. Wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass das Besteigen der Wagen mit Seitenthüren von einem hohen Perron aus um Vieles bequemer ist, als von einem niedrigen Perron, so hat die letztgenannte Anordnung doch andere

---

[4]) Ausnahmsweise kommen auch auf Zwischenstationen Perronlängen von 200—300^m vor, dieselben müssen aber durch besondere Verhältnisse motivirt sein.

Vortheile, welche ihr ein entschiedenes Uebergewicht über die hohen Perrons sichern. Die Letzteren erschweren das Nachsehen der Radreifen und Achsen, sowie das Schmieren der Achsenschenkel ungemein, sie erschweren ferner den Zugang zu den Zwischenperrons, vertragen sich also nicht mit dem in Deutschland geltenden Princip, dass bei nicht zu bedeutender Frequenz der Bahnen behufs Besteigens der Züge Gleise von den Reisenden überschritten werden dürfen; sie geben zu complicirten Vorkehrungen Veranlassung, wenn die Perrons von Quergleisen durchsetzt werden und dergleichen mehr.

Man hat somit die Perronhöhe in der Regel so zu bemessen, dass die Achsbüchsen über dem Perron frei und sichtbar sind und dass die Perronmauern sich um eine oder höchstens um zwei Trittstufenhöhen über Schienenkopf erheben. Da nun aber die Mitten der Achsbüchsen etwa $0^m,45$ über der Schiene liegen, so erscheint eine Perronhöhe von $0^m,38$ als das Maximum. Zwischenperrons und Perrons auf kleinen Stationen wird man niedriger und zwar in einer Höhe von $0^m,16$ bis $0^m,20$ anlegen.

Die besprochenen Punkte sind in folgender Fassung im § 73 der Grundzüge berücksichtigt:

»**Für die Höhe der Personen-Perrons über Schienenoberkante ist das Maass von 210^{mm} zu empfehlen, das Maass von 380^{mm} noch zulässig.**«

Der Uebergang von dem Perron zu anderen Theilen des Bahnhofs findet am besten durch kleine Rampen statt. Man findet dieselben an den Enden der Perrons, neben den Hauptgebäuden als Ausgänge für die Reisenden, bei Einschnitten, welche für Drehscheiben und Quergleise in die Perrons gemacht werden u. s. w. Treppen wird man nur da anwenden, wo Rampen des beschränkten Platzes wegen nicht zulässig sind, also namentlich in Form einer durchlaufenden Trittstufe zwischen dem Perron und dem nächsten Gleise, um den Reisenden den Zugang zu dem Zwischenperron zu erleichtern, ferner bei Abortsgebäuden, welche unmittelbar am Perron erbaut sind, in den Ausgängen für die Reisenden bei tiefer Lage des Vorhofes vor dem Hauptgebäude und in ähnlichen Fällen.

Von der dem Gleise zunächst liegenden Kante erhalten die Hauptperrons nach dem Hauptgebäude zu eine Steigung, deren Erhebung sich nach der Beschaffenheit des Materials richtet, mit welchem der Perron abgedeckt wird. — Bei der Wahl dieses Materiales wird namentlich auf die Frequenz der Station Rücksicht zu nehmen sein. Während auf kleineren Zwischenstationen eine Kiesabdeckung vollkommen genügt, ist bei frequenten Stationen auf eine Abdeckung aus grossen starken Platten, aus Asphalt, auch wohl auf Pflaster Bedacht zu nehmen. — Bei den letztgenannten Materialien wird man mit 2% (1 : 50) Steigung ausreichen, während Kies etwa 4% erfordert.

Durch die Perronhöhe, die Steigung der Perronabdeckung und die Erhebung der Thürschwellen des Hauptgebäudes über den höchsten Punkt des Perronprofiles legt sich die Sockelhöhe des Hauptgebäudes (in gewöhnlichen Fällen auf $0^m,5$ bis $0^m,8$ über Schienenkopf) fest. Hierbei ist angenommen, dass der Perron nicht überdacht ist, bei überdachten Perrons wird man mit geringeren Höhendifferenzen ausreichen.

Wenn der Perron in grösserer Länge über das Hauptgebäude hinaus sich erstreckt, so kann man die nicht am Hauptgebäude liegenden Theile mit einer Abdachung nach zwei Seiten versehen, so zwar, dass der höchste Punkt in der Perronmitte liegt. Dieselbe Anordnung ergiebt sich bei Zwischenperrons für Trennungs-

stationen. Bei sehr breiten Perrons (Inselperrons, auf denen Gebäude befindlich sind, u. s. w.) ist die Erzielung einer guten Abwässerung nicht ohne Schwierigkeiten. Ausserhalb des Bereichs der Gebäude ergiebt sich vielleicht die beste Abwässerung, wenn man die zunächst dem Gleise liegende Fläche (mit Ausnahme der Abdeckung der Perronmauer) vom Gleise abwärts fallen lässt, in einer Entfernung von 7 bis 8^m eine künstliche Entwässerung anordnet und dann eine bis zur Perronmitte ansteigende Fläche. Für die kleineren Zwischenperrons erhält man eine zweckmässige Form, wenn man am zweiten Hauptgleise eine leichte Perronmauer und die Perronebene von ihr nach dem ersten Hauptgleise abfallend anordnet.

Die Perronmauern sind Mauerwerkskörper von mässigen Dimensionen, welche durch die Einwirkung der Züge, mehr aber noch durch Feuchtigkeit und Frost nicht wenig zu leiden haben. Man ist somit auf eine möglichst einfache und solide Construction hingewiesen. Plattenabdeckungen auf Bruchstein- oder Ziegelsteinmauerwerk pflegen auf die Dauer ihre Lage nur dann unverändert zu erhalten, wenn die Platten recht kräftig sind. Am haltbarsten ist eine Reihe von Quadersteinen mit oder ohne Fundament. Dergleichen empfehlenswerthe Constructionen sind durch die Fig. 15 und 16 auf Tafel LVII dargestellt. Die Fig. 17 derselben Tafel zeigt die auf französischen Bahnen gebräuchliche, aber auch auf deutschen Bahnen vorkommende Anordnung eines aus eichenen Bohlen hergestellten Ueberganges von einem Hauptperron zum anderen.

Für Stationen von untergeordneter Bedeutung kann man von der Herstellung der Perronmauern ganz absehen und den Perron in einfachster Weise durch Anschüttung von Bettungsmaterial herstellen.

§ 4. Rampen. — An die im Vorstehenden besprochenen Anlagen, welche den Personen das Besteigen der Eisenbahnwagen erleichtern sollen, schliessen sich diejenigen Einrichtungen, welche zur Erleichterung der Verladung und Ausladung von Gütern, Rohmaterial, Vieh, Equipagen hergestellt werden. Bei den Erstgenannten reicht eine mässige Höhe aus, die Letztgenannten müssen sich nahezu bis zur Höhe des Wagenplateaus erheben. — Es ist bekannt, dass man bei Landfuhrwerk in einigen der genannten Fälle sogenannte Leiterbäume anwendet, welche mit ihrer allmählig ansteigenden Fläche eine Verladevorrichtung in einfachster Form bilden. Auch bei Eisenbahnwagen werden Leiterbäume nicht selten gebraucht, namentlich wenn die Wagen während der Ausladung im Zuge bleiben sollen. Die Leiterbäume haben eine weitere Ausbildung in Form von sogenannten fliegenden Rampen gefunden.[5]) — Der Grundform der genannten beweglichen Vorkehrungen entsprechend findet sich nun auf älteren und kleineren Bahnhöfen wohl eine feste Rampe (ohne Plateau), mit deren Hülfe die fraglichen Verladungen vorgenommen werden, wenn die Eisenbahnwagen aus den Zügen losgelöst sind und einige Zeit auf der Station verweilen. Es wurde indess alsbald eine weitere Ausbildung dieser Anlage und namentlich im Anschluss an die Rampe ein geräumiges und in Wagenhöhe liegendes Plateau erforderlich. Für die betreffenden Bauwerke hat man nun in Deutschland meistentheils den wenig zutreffenden Namen »Rampe« beibehalten, obwohl die Auffahrt oft nur einen kleinen Theil des Ganzen ausmacht. Bezeichnender erscheint die französische Benennung »Quai«, denn es sind die fraglichen Anlagen in mehrfacher Beziehung für den Bahnhof dasselbe, was ein Quai für einen Hafen ist.

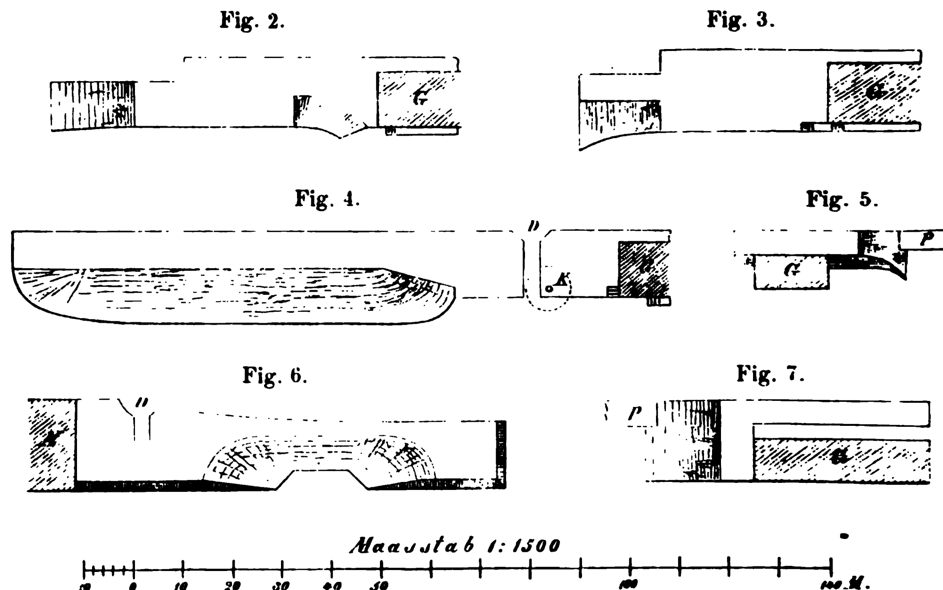
---

[5]) Man vergl. Zeitschr. für Bauwesen 1865, p. 182, Referate der Münchener Techniker-Conferenz. Frage C. 3, Organ 1870, p. 240 und den vierten Band unseres Handbuchs, Cap. III. § 9.

Wir betrachten zuerst die Verladerampe der Stationen von mittlerer Grösse, welche verschiedenen Zwecken dienend am besten im Anschluss an den Güterschuppen hergestellt wird. In den folgenden Paragraphen gelangen alsdann die grösseren, selbstständig auftretenden Rampenanlagen zur Erörterung.

Die gewöhnliche Rampe wird in zweierlei Weise benutzt, einmal zum Verladen von Vieh, Equipagen und schweren Gegenständen, welche man mit Hülfe der Auffahrt auf das Plateau schafft, und sodann zum Ueberladen von Stückgütern und geeigneten Rohmaterialien, welche von dem neben der Rampe stehenden Landfuhrwerk auf Eisenbahnwagen übergeladen werden sollen. Es folgt hieraus, dass eine vollständige Rampe mit Auffahrt und Vorfahrt versehen werden muss. Bei grösseren Anlagen wird man eine Auffahrt und eine Abfahrt anbringen. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass manche Gegenstände (namentlich Equipagen und Luxuspferde) an den Kopfenden der Eisenbahnwagen verladen werden, während in den meisten Fällen das Verladen an der Langseite der Wagen erfolgt. Es muss somit bei einer ausgebildeten Anlage ein Gleis gegen die Rampenmauer auslaufen.

Die Grundrisse, welche in den Fig. 4 und 5, Tafel LVII dargesellt sind, entsprechen den erwähnten Anforderungen. Dieselben stellen die auf Stationen der Orleans-Bahnen zur Ausführung gebrachten Quais vor. Empfehlenswerth erscheint namentlich die Anlage von Querverbindungen in den Gleisen, welche der Rampe zunächst liegen, weil durch dieselben eine grosse Leistungsfähigkeit der Anlage bei mässiger Ausdehnung des Grundrisses erzielt wird. Man findet indess die fraglichen Rampen auch in mancherlei anderen Formen, von denen einige derselben in nachstehenden Holzschnitten dargestellt sind.



Die vorstehenden Fig. 2—4 stellen Rampenanlagen der Bahnhöfe Pettau, Gloggnitz und Karlstadt (Oesterreichische Südbahn vor. Fig. 5 die ältere, normale Rampenanlage auf kleineren Stationen der Schweizerischen Centralbahn. Fig. 6 ist die Rampenanlage der Station Leer (Bahn Emden-Rheine). Die Rampe lehnt sich in diesem Falle, wie auf älteren hannoverschen Stationen üblich, nicht an den Güterschuppen, sondern an das Nebengebäude und ist mit Drehscheibe und Rampeneinschnitt für die Kopfverladung versehen. Fig. 7 zeigt den

Typus der Rampen älterer württembergischer Zwischenstationen, welche, wie diejenigen der Schweizerischen Centralbahn, am Hauptgleise erbaut zu werden pflegten.

In den Fig. 2 — 7 bezeichnet: *G* Güterschuppen, *N* Nebengebäude, *P* Perron, *D* Drehscheibe, *K* Krahn. —

Ueber die Dimensionen des Grundrisses und die Lage der Rampenmauern zu den Gleisen ist Folgendes zu bemerken:

Die obere Breite der Rampenplateaus muss so gross sein, dass gewöhnliche Fuhrwerke auf denselben wenden können, man wird deshalb nicht wohl unter 10^m Breite hinabgehen. In Fällen jedoch, wo angenommen werden muss, dass das Rampenplateau auch zur gelegentlichen Lagerung von Rohmaterialien benutzt wird, kann eine Breite von 12, 14 oder 16^m zweckmässig sein. Es muss indess bei Feststellung der Rampenbreite auch die Tiefe des Güterschuppens berücksichtigt werden, wenn beide nebeneinander liegen.

Die Kopfverladungen nehmen keinen grossen Raum in der Längenrichtung der Rampe in Anspruch, andererseits wird die Länge des Theils, an welchem von der Seite verladen wird, zwar von der Ausdehnung des Güter- und Rohmaterialverkehrs der Station abhängig, in der Regel aber mindestens so gross anzunehmen sein, dass lange Holzstämme mit Hülfe der Rampe übergeladen werden können. Man wird deshalb diese Theile selten unter 30^m lang machen, nach Bedarf aber grössere Längen bis 100^m und darüber anwenden.

Der Minimalabstand der Rampenmauern, welche mit einem Gleise parallel laufen, von der Mitte des nächsten Gleises beträgt $1^m,48$, weil nach § 133 der Grundzüge die Maximalbreite der Güterwagen in der betreffenden Höhe $= 2^m,90$ ist und ein kleiner Spielraum vorhanden sein muss. Es bringt indess keine Uebelstände mit sich, wenn man die Rampenmauern in $1^m,58$ bis $1^m,6$ Entfernung von der Mitte des nächsten Gleises anlegt, bei welcher Entfernung auch Personenwagen und Gepäckwagen an der Rampe vorbeipassiren können. Wenn ein Güterwagen an der Rampe steht, ist somit ein Zwischenraum von einigen Decimetern zwischen dem Wagenplateau und der Aussenkante der Rampenmauer vorhanden, über welchen eine starke Tafel gelegt wird, wenn Vieh und Gegenstände verladen werden, denen jener Spielraum verderblich werden könnte.

Man findet die Rampenmauern in den nachstehend vermerkten Abständen von der Mitte des nächsten Gleises ausgeführt: Hannoversche Bahnen $1^m,57$; — Brenner-Bahn $1^m,58$; — Oesterreichische Nordwest-Bahn und Oldenburgische Bahnen $1^m,66$; — Westphälische Bahn $1^m,65$; — Badische Bahnen $1^m,68$.

Sobald Drehscheiben bei den Rampen liegen, hat man den Minimalabstand der Rampenmauer von der Drehscheibenmitte nach dem Radius eines Kreises zu bemessen, welcher sich um die Grundrissfigur der zu drehenden Wagen beschreiben lässt. Man hat indess hierbei zu berücksichtigen, dass die Wagenlängen im Zunehmen begriffen sind. Bei Bahnen, welche ausschliesslich vierrädrige Wagen benutzen, findet sich nicht selten ein Abstand der Rampenmauer von der Drehscheibenmitte $= 4^m,5$.

Die Erhebung der Rampenplateaus über Schienenkopf muss der mittleren Höhe der Wagen entsprechen und demnach etwas geringer sein, als die Höhe des Wagenplateaus in unbeladenem Zustande. Als Letztere ist bekanntlich bei Güterwagen ein Maass von $1^m,22$ empfohlen und passt hierzu eine Rampenhöhe von $1^m,12$. So viel bekannt, ist dieses Maass allgemein eingeführt.[6])

---

[6]) Die französischen Rampen haben vielfach eine Höhe von 1^m, welches Maass man auch in Fig. 6 auf Tafel LVII findet. Aeltere preussische Rampen haben $1^m,33$ Höhe.

Für den Theil der Rampe, woselbst vor Kopf verladen wird, erscheint das angegebene Maass kaum ausreichend. Aus den §§ 146 und 147 der Grundzüge ergiebt sich das normale Maximalmaass für die Erhebung der Oberkante der Bufferscheibe über den Schienenkopf zu $\left(1^m,040 + 0^m,025 + \frac{0^m,340}{2}\right) = 1^m,235$, es liegt somit jene Oberkante höher, als das Rampenplateau. Hierdurch ist eine Erhebung des Letzteren an der fraglichen Stelle motivirt, wie die Fig. 6 und 7 auf Tafel LVII zeigen. Man sieht aus denselben, dass der sogenannte »Quai d'embarquement« (*E* in Fig. 5 und 4) um $0^m,21$ höher liegt, als der »Quai des marchandises« (*M*) und dass im Ersteren ein Bufferhäuschen (Cage à tampons) hergestellt ist, eine Anordnung, welche die Verladung von Equipagen und Militärfuhrwerken ohne Zweifel erleichtert. Für die Verladung von Luxuspferden erscheint dieselbe entbehrlich, wenn die Luxuspferdewagen, wie vielfach der Fall, mit Klappbrücken zur Ueberdeckung der Buffer versehen sind.

Von der Höhe des Rampenplateaus geht man an der Stelle der Auffahrt zur Bahnhofshöhe mit einer Neigung 1 : 16 oder bei beschränktem Raum mit einer Neigung 1 : 12 über und ordnet ausserdem an geeigneten Stellen Treppen an, damit die mit Verladen beschäftigten Arbeiter leicht von der Rampe zu den Gleisen und zurück gelangen können.

Die Hauptpunkte, welche die Anlagen der Rampen betreffen, sind durch den § 81 der Grundzüge folgendermaassen festgesetzt:

»**Wagen- und Vieh-Rampen sind an Nebengleisen $1^m,120$ hoch über der Schienenoberkante und mit einer Neigung von höchstens 1 : 12 so anzulegen, dass die Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden können. Ausserdem sind bewegliche Rampen zu empfehlen.**«

Die im Obigen nachgewiesenen Dimensionen bedingen an den Stellen der Rampe, welche an den Gleisen liegen und bei der Vorfahrt für Landfuhrwerk die Anordnung einer soliden Mauer, wie denn überhaupt die Herstellung der ganzen Anlage bei definitiven Ausführungen durch Erd- oder Mauerarbeit erfolgen muss. Nur ausnahmsweise findet man die Einfassungen und selbst die Rampenplateaus aus Holz hergestellt.[7]) An allen Stellen, woselbst die Herstellung einer Mauer nicht der Benutzung der Rampe wegen geboten ist, sind Böschungen anzuordnen.

Die Rampenmauern haben namentlich an den Stellen zu leiden, welche von den Buffern der Wagen berührt werden. Man sollte deshalb in der Mauer eine Stossvorrichtung anbringen, ähnlich wie die in Fig. 7, 8 und 9 auf Tafel LVII dargestellte — Als Abdeckung für die Rampenmauern ist Holz in Rücksicht auf die erheblichen Unterhaltungskosten nicht zu empfehlen. Wenn eine Quadereinfassung zu grosse Kosten erfordert, so erscheint eine Einfassung aus alten Schienen zweckmässig. Der Körper der Rampe muss besonders sorgfältig angeschüttet werden. Zur Befestigung der oberen Fläche wird man Pflaster und Chaussirung bei der grossen Ausdehnung derselben seltener zur Anwendung bringen, als eine leichte Decke von Kies oder Steinschlag, indess die Auffahrt in der Regel solider befestigen.

§ 5. Equipagen, Militär- und Vieh-Rampen. — Es ist im Vorstehenden erwähnt, dass die gewöhnliche Verladerampe an den Güterschuppen sich anzulehnen

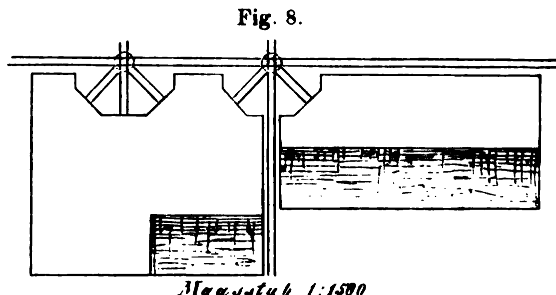
---

[7]) Man vergl. über provisorische Rampen aus Bahnschwellen für Truppenverladungen: Zeitschrift für Bauwesen 1864, p. 476. — Rampen mit hölzernen Einfassungen sind u. A. für die ungarischen Bahnen ausgeführt.

pflegt und in verschiedenartiger Weise benutzt wird. Wenn nun irgend eine Art des Verkehrs auf einer Station eine grössere Ausdehnung hat und demnach auch eigene Gleisanlagen erfordert, so werden nicht selten selbstständig auftretende Rampenanlagen zur Erleichterung der betreffenden Verladungen erforderlich. So findet man z. B. oft besondere Equipagenrampen, besondere Umladerampen (oder richtiger Quais), welche keine Auffahrt haben und auch mit Gleisen an beiden Seiten vorkommen, wenn Umladungen von Eisenbahnwagen zu Eisenbahnwagen vorzunehmen sind; man findet ferner besondere Militärverladerampen, Viehrampen, Holzrampen und Kohlenrampen. Ueber diese Anlagen ist hier Folgendes zu bemerken:

Die Equipagenrampen auf grösseren Stationen können die Grundform der im vorigen Paragraphen besprochenen Anlagen haben, bedürfen jedoch keiner Vorfahrt. Das Plateau erhält bei ausgebildeten Anlagen eine Grösse von 150 bis 300 □ᵐ. Bei sehr grossen Stationen wird man auf gleichzeitige Verladung mehrerer Wagen Bedacht nehmen und es kann dann die Anordnung so getroffen werden, wie nebenstehender Holzschnitt zeigt. Derselbe stellt die Equipagen- und Pferdeverladerampe des neuen Bahnhofs der Orleansbahnen zu Paris vor.

Fig. 8.



Die Militärrampen sind nichts Anderes, als Equipagen- und Pferderampen, welche in grossem Maassstabe hergestellt werden. Auch bei ihnen würde eine Vorfahrt überflüssig und selbst hinderlich sein, man bringt deshalb entweder mehrere Auffahrten oder besser eine solche an, welche sich nahezu über die ganze Längenausdehnung des Bauwerks erstreckt. Die Rampen der genannten Art, welche auf den österreichischen Südbahnen ausgeführt und in Etzel's Werk »Oesterreichische Eisenbahnen« dargestellt sind, haben Längen nicht unter 80ᵐ, auf einigen Bahnhöfen bis 140ᵐ. Die Breite des Plateaus beträgt 8 bis 10ᵐ. Anlagen ersten Ranges sollten so gemacht werden, dass Verladungen von Artillerie und von Wagen einerseits und von Cavalleriepferden andererseits gleichzeitig vorgenommen werden können, zu welchem Zweck übrigens ebensowohl die Rampe selbst, wie die zugehörige Gleisanlage sorgfältig auszubilden ist. Es ist zweckmässig, wenn man bei den fraglichen Anlagen dafür sorgt, dass an zwei Stellen gleichzeitig vor Kopf verladen werden kann, und zwar an der einen Stelle namentlich Kanonen und leichtere Wagen und an der anderen Stelle einzelne schwere Fuhrwerke und die besseren Pferde der Offiziere, welche in Stallungswagen kommen. — Die Ersteren werden am raschesten verladen, wenn man eine Anzahl Eisenbahnwagen hintereinander aufstellt und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wagen mit starken hölzernen Tafeln überdeckt. Bei der Verladung einzelner Wagen ist oft eine Drehscheibenverbindung mit Vortheil zu verwenden, welche gestattet, jeden zu beladenden Wagen rasch vor die Rampe zu bringen. Man wird in dieser Weise namentlich die schweren Munitionswagen behandeln, welche sich nicht gut über eine Reihe von Eisenbahnwagen hinüberfahren lassen.[8])

Die Rampen für Verladung und Ausladung von Hornvieh können in ähnlicher

---

[8]) Ueber Militärrampen und die bezüglichen Verladungen vergl. man: Basson, Die Eisenbahnen im Kriege, p. 9 und Hoffmann-Merian, Die Eisenbahnen zum Truppentransport, p. 106.

Weise eingerichtet werden, wie die Rampen für die Verladung von Cavalleriepferden; für den Transport von Schafen und sonstigem Kleinvieh ist aber zu berücksichtigen, dass die betreffenden Wagen gewöhnlich mit zwei und selbst mit drei Etagen ausgerüstet sind. Die Länge der erstgenannten Rampen grosser Stationen kann etwa für 20 Achsen bemessen werden, also 75^{m} betragen. Die Zeichnung einer Anlage der zweiten Art findet man in Etzel's obengenanntem Werke, III. Band, Blatt 23. Dieselbe zeigt eine Rampe von mässiger Ausdehnung, welche in fünf Plateaus von je 1^{m},9 Länge eingetheilt ist, eines dieser Plateaus hat 1^{m},33 Höhe über Schienenfuss, zwei sind 2^{m},21 und zwei 0^{m},395 hoch. Die letztgenannten Plateaus werden benutzt, um das Kleinvieh in die oberen und unteren Etagen der Viehwagen zu bringen. An der vorderen Kante der Plateaus sind drehbare hölzerne Klappen angebracht, um den Zwischenraum zwischen dem festen Theil der Rampe und den Wagen auszufüllen. Die Rampe ist bis auf einen kleinen, aus Erdschüttung bestehenden Theil in Holzconstruction hergestellt. Die erwähnte Zeichnung giebt die Einzelnheiten der Anlage und ausserdem auch die Einrichtung des an die Rampe sich anschliessenden Viehhofes. Ueber die Disposition des Letzteren, auf welche hier nicht wohl näher eingegangen werden kann, findet man Mittheilungen in der Zeitschrift für Bauwesen 1867, p. 423 (auch Organ 1867, p. 255), sowie in § 11 des XIII. Capitels dieses Bandes.

§ 6. Holz-, Kohlen- und Cokerampen. Kohlensturzgerüste. — Sobald Rohmaterialien ein und derselben Sorte, namentlich also die am meisten zur Versendung kommenden: Holz, Erze, rohe Steine und Steinkohlen, in Massen zur Verladung gelangen, wird die Arbeit wesentlich erleichtert, wenn die zu verladenden Massen höher liegen, als das Plateau der Eisenbahnwagen. Findet dagegen eine Ausladung statt, so wird man dahin streben, die Fuhrwerke, welche die Materialien aufnehmen, tiefer zu stellen, als die Bahnwagen.[9]) Man wird ferner zu berücksichtigen haben, ob eine Lagerung des Materiales der Regel nach stattfindet oder nicht. Ist Letzteres der Fall, so kann eine mässige Höhendifferenz zwischen den Plätzen für das Landfuhrwerk und dem Gleise genügen, im erstgenannten Falle dagegen wird der Platz, auf welchem die Lagerung stattfindet, noch über die Höhe des Wagenplateaus zu erheben sein.

Bei Nutzholz findet aus naheliegenden Gründen vielfach eine Lagerung statt und es ist somit motivirt, die Holzverladerampen höher anzulegen, als die gewöhnlichen Rampen. Die neuen Holzrampen der württembergischen Bahnen erheben sich deshalb 1^{m},766 über Schienenkopf. Eine Anordnung derselben ist in den Figuren 10 und 10^{a} auf Tafel LVII gezeichnet. Bei der grossen Längenausdehnung dieser Rampen (beispielsweise 175^{m}) hat man die Einfassung im dargestellten Falle aus Holz hergestellt. Auf der Oberfläche der Rampe befinden sich in Abständen von etwa 5^{m} doppelte, auf kurzen Schwellen ruhende Schienen, welche die Bewegung der Holzstämme erleichtern. Die Enden dieser Schienen liegen auf einem Holzstücke, welches mit dem Holm der Bohlenwand verbolzt ist. Die Abdeckung des Plateaus befindet sich in Schienenfusshöhe, an den Kanten der Rampe der Abwässerung wegen aber etwas tiefer, wie auch die Figuren ausweisen. — Es kommen indess auf den württembergischen Bahnen, ausser der gezeichneten, auch andere Anordnungen vor, unter Umständen werden die Rampen mit Auffahrt statt mit Vorfahrt angelegt, anderer-

---

[9]) Unter Umständen scheut man sogar nicht eine Hebung der Eisenbahnwagen, um die Ausladung in genannter Weise zu ermöglichen. Man vergl. Goschler, Traité pratique II, p. 319.

seits wird zur Einfassung Mauerwerk verwendet, wenn die Kosten desselben nicht zu erheblich sind.

Bei Steinkohlen findet eine Lagerung auf den Bahnhöfen im Ganzen wohl nicht so häufig statt, wie bei Nutzholz, es muss jedoch auf die Ausführbarkeit einer solchen immerhin Bedacht genommen werden. Bei Anlagen von mittlerer Grösse werden die Kohlen nicht selten mit Landfuhrwerk nach und von der Bahn transportirt. Alsdann genügt für die Versendungsstation eine geräumige Rampe mit Auffahrt und von mässiger Höhe. Auf der Empfangsstation werden zweckmässigerweise Kohlensturzbahnen (sogenannte Estacaden) angelegt, welche namentlich dann grossen Nutzen haben, wenn die Kohlenwagen mit Bodenklappen versehen sind. Dieselben bestehen aus einer Reihe von Pfeilern aus Mauerwerk oder Jochen aus Zimmerwerk, gewöhnlich in Abständen von 4 bis 6^m errichtet, welche ein oder zwei auf Langschwellen ruhende Gleise tragen. Die Pfeiler stehen mitunter ganz frei, mitunter lehnen sie sich an der einen Seite mit ihren Köpfen an eine Futtermauer, während die andere Seite frei bleibt. Die Fahrbahn für das Landfuhrwerk liegt am Fusse der Pfeiler in $1^m,5$ bis $3^m,0$ Tiefe unter der Schiene. — Man benutzt diese Vorkehrungen sowohl beim Abladen der Kohlen in Landfuhrwerk und Schiffe, als auch beim Abstürzen der zur Lagerung gelangenden Kohlen. Die Letzteren finden in den Oeffnungen zwischen den Pfeilern oft einen angemessenen Platz. Zeichnungen und speciellere Beschreibungen findet man Goschler, Traité pratique, II, p. 317 und Organ 1865, Tafel H, Fig. 6.

Kohlenstationen ersten Ranges erfordern complicirtere Vorkehrungen für das Verladen und Entladen der Kohlenwagen, gewöhnlich (in nicht ganz zutreffender Weise) Sturzgerüste genannt. Diese Vorkehrungen erhalten namentlich dann eine weitere Ausbildung, wenn es sich darum handelt, die Kohlen direct aus Bergwerkswagen in Eisenbahnwagen oder aus Eisenbahnwagen in Schiffe zu schaffen. Es sind hierbei nicht selten Anordnungen zum Sortiren und Sieben der Kohlen zu treffen, überhaupt aber ist auf möglichste Schonung derselben Bedacht zu nehmen. Die Kohlen verlieren mehr als andere Rohproducte durch unvorsichtige Behandlung an Werth. In Betreff der fraglichen Anlagen können wir uns an dieser Stelle umsomehr mit einer Angabe der betreffenden Literatur begnügen, als dieselben im vierten Bande unseres Handbuchs (Cap. III, § 8) ausführlicher besprochen werden.

Kohlenstation der Great-Northern Bahn zu London. Zeitschr. f. Bauw. II, p. 406.

Vorrichtungen zum senkrechten Heben und Senken der Kohlenwagen am Hafen zu Great Grimsby. Daselbst 1853, p. 20.

Cascaden und Sturzbühnen zum Verladen von Kohlen in Schiffe, daselbst 1863, p. 83 u. 115.

Kohlenverladung auf englischen Bahnhöfen, daselbst 1863, p. 615 (auch Organ 1864, p. 119).

Ueber Kohlengruben-Eisenbahn-Stationen, daselbst 1867, p. 243.

Kohlensturzbahn am Hafen zu Saarbrücken, daselbst 1866, p. 362 (auch Organ 1867, p. 72).

Kohlensturzgerüst mit hydraulischer Maschine. Zeitschr. d. hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver. 1867, p. 401 (auch Organ 1866, p. 174).

Apparate zum Verladen von Kohlen in Schiffe. Carlsruher Sammlung ausgeführter Constructionen, II. Folge, Bl. 37 u. 38.

Sturzgerüste in englischen Bahnhöfen und Kohlenhäfen. Organ 1865, p. 162 u. 218 (nach Romberg's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1864, p. 295).

Apparate zum Umladen von Lasten aus Eisenbahnwagen in Schiffe. Organ 1865, p. 220 (nach Génie industr., Dec. 1864, p. 307).

Kohlen-Ablade-Vorrichtung an der Moldau in Kralup. Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1869, p. 203.

Absturzvorrichtung zum Verladen von Steinkohlen im Hafen von Ruhrort. Zeitschr. für Bauw. 1870, p. 229.

Schliesslich sind hier noch die Anlagen zu erwähnen, welche auf Bahnhöfen zur Erleichterung der Manipulation mit den Kohlen- und Cokevorräthen getroffen werden, die zur Heizung der Maschinen bestimmt sind. Dieselben bestanden früher hauptsächlich in Perrons von verschiedener Höhe, welche an den Cokeschuppen angebracht waren.[10] Seit Einführung des Steinkohlenbrandes und seit grossartigerer Entwickelung des Eisenbahnbetriebes pflegt ein erheblicher Theil der Kohlen im Freien gelagert zu werden, man errichtet deshalb hie und da geräumige Quais, auf denen die Lagerung stattfindet, während andere Verwaltungen die Kohlen mit oder ohne Einfriedigung auf ebener Erde lagern. Für einen gewissen Theil der Reservevorräthe ist wohl eine Lagerung in Schuppen, für die übrigen Massen aber eine Lagerung zu ebener Erde zu empfehlen; im letztgenannten Falle ist eine Einfriedigung anzubringen, welche Quaihöhe, aber auch die Höhe der Tender haben kann; ferner sind in dem eingefriedigten Raume querdurchlaufende Abtheilungen und einige feste Bühnen anzuordnen oder eine fliegende Bühne zur Aufstellung der Waage und der auf den Tender zu schaffenden Körbe.

Eine Cokebühne zur Aufstellung kleinerer Vorräthe kann in der Nähe des Wasserkrahnes, wie die Situation Fig. 14, Tafel LVII zeigt, angelegt werden. Die Einzelnheiten der Construction sind aus den Fig. 11 bis 13 ersichtlich.

§ 7. Absperrvorrichtungen in den Bahngleisen und Stossvorrichtungen am Ende derselben. — Es ist im § 4 erwähnt, dass die Theile der Rampenmauern, gegen welche Gleise auslaufen, nicht selten mit einer Stossvorrichtung ausgerüstet werden. Dergleichen Vorrichtungen findet man überhaupt in verschiedenen Formen an den Enden aller todtlaufenden Gleise. Einige Bemerkungen über dieselben, sowie über die in den Gleisen vorkommenden Absperrvorrichtungen sollen hier aufgenommen werden. Die Ersteren dienen zur Verhütung des Ablaufens der Wagen von den Gleisen und zum Schutz für die an den Enden von Gleisen befindlichen baulichen Anlagen. Die Letzteren werden namentlich dann gebraucht, wenn Wagenaufstellungsgleise in Hauptgleise einmünden und haben den Zweck zu verhindern, dass nicht etwa einzelne vom Winde oder durch andere Zufälle in Bewegung gesetzte Wagen auf die Hauptgleise gerathen.

Man kann drei Classen der fraglichen Einrichtungen unterscheiden:

Die erste Classe besteht aus beweglichen und zum Bahnhofsinventar gehörigen Vorkehrungen. Die Besprechung derselben ist nicht hier vorzunehmen, sondern wird im vierten Bande des Handbuches einen Platz finden.[11]

Die zweite Classe besteht aus solchen festen Vorkehrungen, welche an den Radreifen der Räder ihren Angriffspunkt finden. Dieselben sind mit Sicherheit nur zum Aufhalten einzelner Wagen zu benutzen und zerfallen nach Obigem in Absperrvorrichtungen und Stossvorrichtungen.

Die dritte Classe wird durch die vollkommeneren Apparate gebildet, welche gegen die Buffer der Eisenbahnwagen wirken. Dieselben werden namentlich da zur Anwendung kommen, wo es sich um das Aufhalten ganzer Züge am Ende todtlaufender Gleise handelt.

---

10) Man vergl. u. a.: Ladeperron zum Auf- und Niederlassen am Cokeschuppen der Victoriastation zu Manchester. Zeitschr. f. Bauw., IX, p. 306, und den § 63 des XIV. Capitels.

11) Die beweglichen Apparate zum Feststellen der Fahrzeuge sind im bezeichneten Bande Cap. III, § 10 besprochen. Ebendaselbst findet man auch Ergänzungen zu obiger Uebersicht der mit den Gleisen in feste Verbindung gebrachten Vorkehrungen.

Als Stossvorrichtung der zweiten Classe brachte man früher vielfach das Aufwärtsbiegen der Schienenenden zur Anwendung. Diese Anordnung erfüllt ihren Zweck, wenn die Endschienen mit einer grösseren Anzahl davor liegender Schienen durch Laschen gekuppelt sind, aber nicht bei kurzen Gleisen (z. B. bei den Ausläufern von Drehscheibengleisen). Unter Umständen ist auch das Herstellen der gebogenen Schienen etwas umständlich. — In gleicher Weise zu gebrauchen sind quer über die Gleise gelegte und durch eingeschlagene Pfähle befestigte Schwellen, mit einem niedrigen Aufwurf von Bettungsmaterial vor und einem höheren hinter ihnen. Diese einfache Anordnung hat den Vortheil einer allmähligeren Hemmung der Wagen.

Die Absperrvorrichtungen in Nebengleisen müssen so angeordnet sein, dass sie ohne Gefahr für die Arbeiter und leicht zu bedienen sind und dass keinerlei feste Theile sich höher als 50^{mm} über Schienenkopf erheben. Beachtenswerth erscheint namentlich ein Apparat, welcher auf verschiedenen französischen Bahnen im Gebrauch und durch die Figuren 18 und 19 auf Tafel LVII dargestellt ist. Die Zeichnung lässt das Princip der Construction hinreichend deutlich erkennen, hier mag nur bemerkt werden, dass die Stellen des Querstücks *Q*, welche von den Spurkränzen der Räder berührt werden, mit Eisen armirt sind. — Eine andere Construction zeigt die Fig. 20. Dieselbe kommt auf englischen Bahnen bei Kohlensturzgerüsten zur Anwendung, nach welchen Gleise mit starkem Gefälle führen. Sie ist insofern selbstwirkend, als in normaler Stellung des Apparats das Gegengewicht die Absperrarme auf den Schienen hält. Beim Durchlassen der einzelnen Kohlenwagen wird das Gegengewicht durch einen Arbeiter gehoben, wodurch die Arme die mit punktirten Linien angedeutete Stellung annehmen.[12])

Bei Vorkehrungen der dritten Classe, welche zum Aufhalten grösserer Theile von Zügen oder ganzer Züge bestimmt sind, haben, wie oben bereits erwähnt, die Buffer der Wagen die etwaigen Stösse aufzunehmen. — Für Bahnhofs-Nebengleise, namentlich für solche, welche zur Ueberholung von Güterzügen dienen, verdient eine einfache Construction Beachtung, welche aus einem bis zur Höhe der Buffer sich erhebenden Gerüst mit Erdaufwurf dahinter besteht. Abbildungen finden sich Organ 1864, Tafel III, Fig. 8—11 (nach Förster's Allgem. Bauzeitung 1863, p. 15). Ebendaselbst ist auch eine vollständigere Vorkehrung dargestellt, welche sich für Hallengleise eignet und mit Buffern ausgerüstet ist. Eine specielle Besprechung derselben und der verwandten Constructionen würde zu weit führen, wir verweisen in dieser Beziehung auf Goschler's Traité pratique II, p. 247 und auf Couche, Voie etc. I, p. 289 ff.

§ 8. Entwässerungsanlagen. Allgemeine Disposition. — Die Oberflächen der Baulichkeiten einer Bahnhofsanlage zeigen in Beziehung auf die Ableitung des Wassers zwei wesentlich verschiedene Arten des Verhaltens.

Die Gleise liegen mit seltenen Ausnahmen in einer horizontalen Ebene von ziemlicher Ausdehnung. Sie sind in ein durchlässiges Material gebettet, welches die atmosphärischen Niederschläge gleichmässig aufnimmt, dieselben versickern und zum Theil verdunsten lässt. Nur beim Eintritt von Thauwetter findet an tiefer liegenden

---

12) Andere Constructionen verwandter Art findet man:
Organ III. Band (1848), Tafel XVI, Fig. 40—44.
Daselbst 1864, p. 78 (nach Zeitschr. f. Bauw. 1863, p. 480 u. 618).
Daselbst 1866, p. 233 (nach Goschler, Traité pratique).

Punkten eine Ansammlung von Wasser auf der Oberfläche statt. In ähnlicher Weise wie die Gleise verhalten sich alle Plätze, welche in Cultur gesetzt sind und die leicht befestigten (begrandeten) Stellen.

In ganz anderer Art findet die Ableitung des Wassers statt bei Gebäuden, befestigten Wegen und Plätzen, Perrons, Drehscheibengruben, Reinigungsgruben, Wasserkrahnen u. s. w., überhaupt bei allen Anlagen, bei welchen undurchlässige Oberflächen vorkommen. Diese Anlagen führen das Wasser, in grössere oder kleinere Massen concentrirt, einzelnen Stellen zu.

Der hervorgehobene Unterschied motivirt eine verschiedene Behandlung der als Sickerwasser und der als zusammengefasstes Wasser auftretenden Massen. Weitere Rücksichten sind zu nehmen:

a. auf die Beschaffenheit des Untergrundes. Derselbe kann durchlässig, oder dicht und wasserfrei, endlich aber auch wasserführend sein;

b. auf die Umgebungen des Bahnhofs. Ein Bahnhof, welcher auf freiem Felde mit Seitengräben angelegt ist, muss anders behandelt werden, als ein Bahnhof, der sich inmitten städtischer Strassen oder von Festungswerken eingeschlossen befindet;

c. auf die Hochwasserstände der benachbarten Wasserläufe, den höchsten Stand des Grundwassers u. s. w.

Es folgt aus Obigem, dass die Entwässerungsanlagen eines Bahnhofs sich in mannichfaltiger Weise gestalten können.

In erster Reihe wird man durch einfache Mittel eine gute Entwässerung, welche für die Erhaltung der Baulichkeiten- und für ungestörte Benutzung derselben sehr wesentlich ist, anzustreben haben. Diese Mittel sind: richtige Profilirung des Bodens unter den Gleisen, sorgfältige Behandlung des Bettungsmateriales, angemessene Gefälle der Wegeanlagen, Herstellung kleiner offener Gräben an geeigneten Stellen des Bahnhofsplanums, gehörige Tiefe der Seitengräben u. s. w. Auf kleinen Stationen werden weitere Anlagen häufig nicht erforderlich sein.

Sobald indess der Bahnhof eine gewisse Grösse überschreitet, ist zu einer künstlichen Entwässerung zu greifen. Die hierbei am häufigsten vorkommenden Fälle sind folgende:

1. Die Anlagen werden beschränkt auf die Herstellung einzelner Canäle[13], welche das durch die Gebäudedächer, Drehscheibengruben u. s. w. zusammengefasste Wasser auf kürzestem Wege nach den Seitengräben des Bahnhofs leiten. Die Entwässerung der Bettung erfolgt ohne besondere Vorkehrungen.

2. Die Entwässerung der Unterbettung und die Entwässerung der übrigen Anlagen wird in getrennter Weise behandelt. Für den erstgenannten Zweck greifen diejenigen Anordnungen Platz, welche im § 9 des III. Capitels dieses Bandes bereits behandelt sind und daher einer erneuten Auseinandersetzung nicht bedürfen. Die Entwässerung der Gebäude, der Wege, Drehscheiben, Reinigungsgruben u. s. w. erfolgt durch kleinere oder grössere Netze von Canälen, welche an geeigneten Stellen in den Böschungen des Bahnhofs ausmünden. Auch bei dieser Anordnung erhalten die Hauptwasserzüge im Wesentlichen eine rechtwinklige Lage zur Bahnhofsachse.

3. Die Entwässerung des ganzen Bahnhofs erfolgt durch ein zusammenhängendes Netz von Canälen. Hierbei ergiebt sich ein Hauptcanal, der in vielen

[13] In Süddeutschland ist für dergleichen kleine Bauwerke die Bezeichnung »Dohle« gebräuchlich. Das Wort »Canal« scheint nicht sonderlich zutreffend zu sein.

Fällen der Bahnachse parallel läuft, mit Abzweigungen in normaler oder nahezu normaler Richtung. Diese Abzweigungen sind indess verschieden zu behandeln, je nachdem sie Sickerwasser oder gesammeltes Wasser aufnehmen sollen. Die Recipienten für das Sickerwasser müssen so angelegt werden, dass sie dasselbe an möglichst vielen Punkten aufnehmen können, die Recipienten für das gesammelte Wasser dagegen müssen wasserdicht hergestellt werden.

In die Grundzüge (§ 60) ist in Betreff der Entwässerung der Bahnhöfe folgende Bemerkung aufgenommen:

»**Für eine gründliche Entwässerung der Bahnhöfe ist in geeigneter Weise Sorge zu tragen.**«[14])

§ 9. Entwässerungsanlagen. Einzelnheiten. — Von den im vorigen Paragraphen namhaft gemachten Anlagen giebt vorzugsweise die unter 3 erwähnte zur Besprechung einiger Einzelnheiten Veranlassung.

Die Entwässerungscanäle eines grösseren Bahnhofs, bei welchem die Oertlichkeiten die Sammlung sämmtlicher Wassermassen in einen Hauptcanal nothwendig machen, tragen der Hauptsache nach den Charakter der städtischen Strassencanäle. Die wesentlichsten Punkte, welche bei ihrer Anlage zu berücksichtigen sind, sind folgende:

Vertheilung der Canäle. Die oben bezeichneten Sammelpunkte für das Wasser bilden die Anfangspunkte derjenigen Canäle, welche mit gedichteten Fugen anzulegen sind. Bei der Wahl ihrer Richtung behufs Vereinigung der verschiedenen Arme unter sich und mit dem Hauptcanal ist weniger auf Einschränkung der Längen, als auf Verminderung der Zahl der theuern Revisionsschächte und Einläufe (von denen weiter unten die Rede sein wird) zu sehen. Ueber Anzahl und Entfernung der das Sickerwasser aufnehmenden Canäle lassen sich Regeln nicht gut geben. Bei durchlässigem Untergrunde genügen sehr weite Abstände, während bei wasserhaltigem Boden eine Anlage der Drainzüge und Sickercanäle in etwa 20^m Entfernung von einander erforderlich werden kann. Namentlich die Nachbarschaft der Weichen ist mit guter Entwässerung zu versehen.

Gefälle und Weite der Canäle. Kleinere Canäle sind mit kräftigem Gefälle zu legen, grössere mit schwachem.

Bei	$0^m,15$	Weite wähle man ein Gefälle von etwa	15 ‰,
-	$0^m,30$	- - - - - - - -	6 -
-	$0^m,60$	- - - - - - - -	2,5 -
-	$1^m,25$	- - - - - - - -	1,25 -

Die vortheilhafteste Geschwindigkeit des Wassers in den kleinen Canälen kann zu $1^m,1$, diejenige in den grösseren zu $0^m,9$ pro Secunde angenommen werden. Unter der Annahme, dass der Hauptcanal in einer Stunde 0,25 bis $0,50^{cm}$ Regenhöhe abzuführen im Stande sein müsse, wird man wohl stets eine ausreichende Weite für den Hauptstamm desselben erhalten.[15]) Allzustarke Gefälle sind zu vermeiden. Die Drain-

---

[14]) Früher lautete der betreffende Paragraph folgendermaassen:

»Die Entwässerung der (horizontalen) Bahnhöfe ist gründlich nur durch unterirdische Canäle zu erreichen. Mindestens ist für eine Drainirung und tiefe Gräben ausserhalb des Bereiches der Gleise zu sorgen.«

[15]) Bei Strassencanälen rechnet man in der Regel $1,3^{cm}$ Regenhöhe für vierundzwanzig Stunden und das entsprechende Quantum nur dann ganz, wenn die Oberflächen bebaut oder gepflastert sind. Hierbei sind jedoch Nothauslässe erforderlich, welche bei den Entwässerungsanlagen der Bahnhöfe nicht vorkommen.

röhren unter der Bettung können ein geringes Gefälle (bis 1 ‰ bei 0m,1 Weite) erhalten. Der zuletzt genannte Durchmesser ist für alle Drains, welche mit offenen Fugen gelegt werden, ausreichend. Werden Drainröhren als Hauscanäle u. dergl. mit gedichteten Fugen gelegt, so sollte 0m,15 der kleinste Durchmesser sein. Weiten von etwa 0m,25 eignen sich für Hauptadern und selbst für die ersten Theile des Hauptcanals. Kann man dem Letzteren nicht ein seiner Weite angemessenes Gefälle geben, so ist er besteigbar zu machen. Alsdann ist 0m,55 eine zweckmässige Breite des Profils; die geringste Höhe ist 0m,75. Bei dieser Höhe ist die Reinigung durch Menschen möglich, aber schwierig und angreifend, bequemer findet dieselbe bei einer Höhe von 1m,1 statt. Die bei neueren städtischen Entwässerungen gemachten Erfahrungen haben übrigens den Beweis geliefert, dass man bei Bahnhofsbauten die Anwendung grösserer und besteigbarer Canäle auf aussergewöhnliche Fälle beschränken kann.

Die höchsten Punkte der Canäle sollen frostfrei, also nicht höher, als etwa 0m,8 unter Schienenfuss bezw. Pflasteroberkante liegen.

Form des Canalprofils und Wahl des Materials. Runde, ovale und eiförmige Formen gehen mit Annahme von Ziegelmaterial, Steingut und Cementguss Hand in Hand, eckige mit Annahme von Bruchsteinmauerwerk oder Herstellung aus Sandsteinplatten. Die runden Formen sind unbedingt vorzuziehen, selbst dann, wenn das Material (grosse Drainröhren, Muffenrohre, Formsteine etc.) bei kurz bemessener Bauzeit nicht so zeitig zu beschaffen ist, dass die Canäle vor Herstellung der Gleise gelegt werden können. Die Mehrkosten, welche in diesem Falle durch nachträgliche Herstellung der Entwässerungsanlagen entstehen, werden durch sonstige Vortheile reichlich wieder aufgewogen.

Vereinigung der einzelnen Canäle des Netzes unter einander durch Revisionsschächte. Die sehr verschiedene Höhenlage der Bahnhofscanäle bringt es mit sich, dass die Vereinigung der kleineren Canäle unter sich und mit grösseren oft durch Vermittelung gemauerter Schächte erfolgen muss. Dieselben erhalten gewöhnlich einen kreisförmigen Grundriss von 0m,5 bis 0m,8 Durchmesser und verjüngen sich nach oben. Das Wasser von Sickercanälen kann auch durch eine thurmartige Packung von Steinen abgeführt werden. Jene Schächte sollten bei besteigbaren Hauptcanälen an der Seite derselben einmünden und in gehöriger Anzahl auch ihrerseits besteigbar angelegt werden. Bei passender Lage dienen sie zugleich als Einläufe (s. u.). Im Bereiche der Bettung können sie aus trockenem Bruchsteinmauerwerk oder aus Ziegelsteinmauerwerk hergestellt werden, welches mit offenen Stossfugen gemauert ist. Zur Abdeckung dient eine Sandsteinplatte mit Löchern oder (wenn ein Einsteigen stattfinden soll) eine durchbrochene Platte mit gusseiserner Rosette. Durch Herstellung der besprochenen Schächte entsteht in der Regel eine ausreichende Anzahl von Punkten, nach welchen bei Frostaufgang das Wasser, welches sich auf der Oberfläche in und zwischen den Gleisen sammelt, geleitet werden kann. Eine grössere Anzahl von Zuleitungen im Bereich der Bettung ist überflüssig, eine Planirung der Oberfläche der Bettung zwischen den Gleisen mit Gefälle nach diesen Zuleitungen als tiefsten Punkten lässt sich auf die Dauer ohne unverhältnissmässig grosse Kosten nicht unterhalten.

Einläufe. Bei Gebäuden, in Drehscheibengruben, an den tiefsten Punkten der Wege und Plätze u. s. w. sind Einläufe anzulegen, welche das durch die Baulichkeiten gesammelte Wasser den Canälen zuleiten, ausserdem aber in ihren unterhalb der Einmündung der Canäle liegenden Schlammgruben die erdigen Bestand-

theile, welche das Wasser mit sich führt, zur Sammlung bringen. Der Grundriss dieser Einläufe zeigt nicht selten ein Quadrat von mindestens $0^m,45$ Seite. Die Anwendung der vollkommeneren Constructionen, welche sich bei den städtischen Entwässerungscanälen herausgebildet haben, ist nicht ausgeschlossen. Zur Abdeckung benutzt man einen Rahmen von Stein oder Eisen mit einer durchbrochenen Decke von Gusseisen, wenn der betreffende Platz geschützt ist; ein Rost von Schmiedeeisen ist zu empfehlen, wenn Pferde und Wagen auf demselben passiren. — Regelmässige Reinigung dieser Einläufe, namentlich derjenigen, welche in Senkgruben für Locomotiven und bei Wegen liegen, ist die erste Bedingung für ungestörte Erhaltung der Bahnhofsentwässerung.

Ausmündungen. Die Ausmündung der Canäle erfolgt entweder in die Bahnhofsgräben oder in einen städtischen Entwässerungscanal. Im erstgenannten Falle muss die Grabensohle tiefer liegen als die Ausmündung, ferner ist die letztere durch ein Gitter gegen das Einkriechen von Thieren zu schützen. Bei geeignetem Boden kann man ausnahmsweise die Canäle in einen Versickerungsbrunnen ausmünden lassen. Auf dem Bahnhofe Minden wurde eine Communication zwischen einem solchen und dem Brunnen der Wasserstation mit eingelegter Filtrirvorrichtung hergestellt, eine Anordnung, welche gute Dienste leistete, bis die Herstellung eines regelrechten Canalnetzes ermöglicht war. [16]

§ 10. Reinigungsgruben. — Im Vorstehenden sind unter den Baulichkeiten, welche einer besonders sorgfältigen Entwässerung bedürfen, die Reinigungsgruben, (Löschgruben) für die Locomotiven mehrfach erwähnt. Ferner hat eine Art derselben bei Besprechung der Locomotivremisen und Werkstättengebäude bereits Berücksichtigung gefunden (s. § 55 des XIV. Cap.), diejenigen nämlich, welche im Innern der genannten Gebäude angelegt und beim Reinigen, Nachsehen und Repariren der Maschinen benutzt werden. Es sind hier somit nur die Gruben zu besprechen, welche als selbstständige Bauwerke auftreten. Dieselben sind von zweierlei Art. In der Nähe der Locomotivremisen angelegt, dienen sie hauptsächlich zum Aufnehmen des ganzen Inhalts der Feuerkasten der Locomotiven, wenn dieselben zeitweilig ausser Dienst gesetzt werden, und beim Ablassen des Wassers aus den Kesseln. Die in Hauptgleisen angelegten Reinigungsgruben dagegen werden gebraucht, um die Asche und die Schlacken aufzunehmen, wenn während der Fahrt der Locomotiven der Aschenkasten und die Roste gereinigt werden müssen. In Betreff der allgemeinen Anordnung weichen beide Arten nicht von den im Innern der Gebäude anzulegenden Gruben ab. Die Einzelnheiten dagegen werden sich je nach ihrer Lage und Verwendung in verschiedener Weise gestalten.

Die Gruben vor den Maschinenhäusern findet man oft in der Weise angebracht, dass jedes Gleis des Hauses eine Grube erhält. Wenn man indess darauf verzichtet, die vom Feuer befreiten Maschinen auf kürzestem Wege an ihre Standorte zu bringen, so kann man die Anzahl der Gruben nicht selten erheblich einschränken.

Bei Feststellung der Länge hat man die Dimensionen der gewöhnlich zur Verwendung kommenden Maschinen zu untersuchen und dieselbe mindestens so zu bemessen, dass die Treppe zugänglich bleibt, wenn der Feuerkasten der Maschine sich

---

[16]) Sonstige Einzelnheiten über die Anlage von Entwässerungscanälen sind aus dem Handbuche der Ingenieurwissenschaften, III Bd. Wasserbau (Leipzig, Engelmann) Cap. IV zu entnehmen.

beim Ende der Grube befindet. Häufig vorkommend sind Längen von 11 bis 12^m, man würde indess dieselben nicht selten auf etwa 9^m einschränken können.

Bei Annahme genügender Dicken für die Seitenmauern ergiebt sich eine Breite im Lichten von 1^m,1 bis 1^m,2. Eine Tiefe von 0^m,85 bis 0^m,90 (vom tiefsten Punkte der Grube bis Schienenfuss gemessen) pflegt ausreichend zu sein.

Die Sohle muss aus feuerfestem Material (Chamottsteinen) hergestellt und die Seitenmauern müssen mit solchem bekleidet sein, wenn man nicht für Reparaturkosten erhebliche Beträge aufwenden will. Das Sohlenpflaster erhält ein kräftiges Längengefälle von etwa 2 % im Anschluss an den am tiefsten Punkte anzulegenden Canaleinlauf. Nicht selten giebt man dem Pflaster im Querschnitt eine concave Form, es ist indess eine gerade Begrenzung oder eine convexe Form vorzuziehen, weil namentlich bei letzterer der Platz stets trocken bleibt, welcher bei Benutzung der Gruben betreten wird.

Als Abdeckung der Seitenmauern ist eine Quadereinfassung zweckmässig. Man kann indess auch Steinwürfel mit einer Rollschicht von Ziegeln in den Zwischenräumen verwenden.

Auf die besprochenen Gruben bezieht sich der § 90 der Grundzüge:

> »**Vor den Schuppen für dienstthuende Locomotiven sind gut entwässerte Reinigungsgruben anzulegen,**«

während über die Reinigungsgruben der Hauptgleise im § 89 Folgendes gesagt ist:

> »**Die Gruben zum Reinigen der Roste sind in den Hauptgleisen so anzulegen, dass diese Arbeit erfolgen kann, während die Locomotive Wasser und Brennmaterial einnimmt. Offene Reinigungsgruben an den Stellen, wo das Publikum die Gleise überschreiten muss, sind unzulässig.**«

Die letztgenannten Gruben sind somit in der Nähe der freistehenden Wasserkrahne oder bei Anwendung von Wandkrahnen vor den Wasserstationen anzulegen. Sie sind bei dieser Lage oft störend für die Benutzung des Bahnhofs, und es sollte deshalb ihre Anzahl thunlichst eingeschränkt werden. Wenn Gelegenheit zum Wassernehmen in reichlicher Weise vorhanden ist, so braucht nicht bei jedem Krahn eine Reinigungsgrube zu sein. Die Situation einer solchen Grube und namentlich ihre Lage zum Wasserkrahn und zur Kohlenbühne zeigt die aus den Normalien der Orientbahn entnommene Fig. 14 auf Taf. LVII. Häufiger vorkommend ist die Lage des Krahns am Ende der Grube, und zwar in 0^m,5 bis 2^m,5 Entfernung von derselben, je nach den Dimensionen der gebräuchlichen Tender. In Betreff der Länge, der Tiefe, der Anordnung des Pflasters u. s. w. gilt das bereits vorhin Gesagte. Abweichungen von der Construction der Gruben vor den Maschinenhäusern kommen in Betreff folgender Punkte vor: die lichte Weite wird eingeschränkt (bis auf 1^m hinab), damit die Mauern widerstandsfähiger gegen die Einwirkungen der Züge werden. Feuerfeste Materialien für Sohle und Seitenwände sind nicht unbedingt nothwendig. Treppen sind unter Umständen (namentlich bei eingleisigen Bahnen) an beiden Seiten anzulegen. Zur Abdeckung wählte man früher gewöhnlich Langschwellen, weil man annahm, das Gleis liege auf solchen sicherer, als auf einer Quaderabdeckung. Zur Warnung der Beamten und des Publicums wird auf manchen Bahnen eine rothe Laterne an der Stirnmauer angebracht.

Die Einzelnheiten der Construction einer solchen Grube (von den Württembergischen Staatsbahnen) sind aus den Figuren 1 bis 3 auf Taf. LVII zu entnehmen.

Die Seitenmauern der Reinigungsgruben in Hauptgleisen zeigen sich nicht selten

ziemlich wandelbar, besonders wenn der Untergrund nicht vollkommen consolidirt ist. Man hat deshalb in neuerer Zeit angefangen, Eisen auch bei diesen Bauwerken anzuwenden. Eine betreffende Construction ist beschrieben im Organ 1866, p. 232. Auch auf Bahnhof Stuttgart wurden eiserne Löschgruben ausgeführt, deren Seiten aus je zwei übereinanderliegenden Doppel-T-Eisen hergestellt sind.

§ 11. Einfriedigungen der Bahnhöfe. — Zum Schluss der Besprechung der Bahnhofsanlagen sind noch einige Bemerkungen über die Einfriedigung der Bahnhöfe zu machen.

Man stellte früher dieselbe mehrfach in der Weise her, dass das ganze Areal des Bahnhofs eingeschlossen war, und brachte da, wo die freie Bahn sich von dem Bahnhofe trennt, Thore an, welche quer über die Gleise reichten und Nachts verschlossen werden sollten. Auch der Vorhof vor dem Hauptgebäude wurde in die Einfriedigung hineingezogen und mit Thoren versehen. Von dieser Anordnung ist man jetzt zurückgekommen.

Man lässt die Einfriedigung in der Regel beim Hauptgebäude als Perroneinfriedigung beginnen oder legt sie in die Richtung der vorderen Flucht des Hauptgebäudes. Der Vorhof bleibt somit frei zugänglich. Die Letztere der genannten Anordnungen dürfte bei kleinen Stationen im Allgemeinen vorzuziehen sein. Man erhält bei dieser Lage der Einfriedigung zwischen derselben und dem Perron zwei Plätze, welche sich gut zu Gartenanlagen, zur Placirung des Brunnens und des Nebengebäudes eignen.

An die Perroneinfriedigung sollte sich dann rechtwinklig oder nahezu rechtwinklig gegen die Bahnhofsachse laufend der Abschluss des Vorhofes vor dem Güterschuppen anschliessen, in welchem ein Thor angebracht werden kann, weiter verfolgt die Einfriedigung die Grenze des Bahnhofsplateaus, in geeigneter Weise mit den Barrièren der benachbarten Ueberfahrten in Verbindung tretend. Die oben erwähnten Gleisthore wird man somit nur in Ausnahmefällen noch finden.

Man vergleiche hierüber den § 61 der Grundzüge:

> »**Die Bahnhöfe sind nach Bedürfniss einzufriedigen. Ausserdem ist ein Abschluss des Perrons dringend zu empfehlen, um das Publicum von demselben abhalten zu können.**«

Bei Herstellung der Einfriedigung, welche die Bahnhofsgrenze bezeichnet, wird man zunächst — behufs Einschränkung der Kosten der fraglichen, in grosser Längenausdehnung vorkommenden Baulichkeiten — die einfachen Constructionen ins Auge fassen, welche an der freien Bahn vorkommend im X. Capitel bereits besprochen sind, und sich damit begnügen, die Ausführung in etwas derberer und sorgsamerer Weise zu beschaffen, als auf freier Bahn. Nur wenn die Umgebung des Bahnhofs in städtischer Weise ausgebildet ist, lässt sich die Anwendung eiserner Gitter und steinerner Mauern rechtfertigen.

Ausser der erwähnten kommen nun auf den Bahnhöfen noch andere Einfriedigungen vor, welche besonderen Zwecken dienen und dementsprechend zu behandeln sind. Hierher gehören:

1. die Einfriedigungen der Werkstättenhöfe und der Oekonomiehöfe. Die Ersteren sollen namentlich Entwendungen der werthvollen Materialien der Werkstätten verhindern, die Letzteren sind dazu bestimmt, dem Publicum den Anblick der auf den Oekonomiehöfen vorzunehmenden Verrichtungen zu entziehen. Die fraglichen Anlagen wird man meistentheils als Mauern, mitunter auch als starke Planken herstellen;

2. die Einfriedigungen derjenigen Abtheilungen von Endbahnhöfen an Zoll-

grenzen, welche als steuerfreies Gebiet betrachtet werden. In Betreff der Wehrbarkeit dieser Anlagen werden nicht selten grosse Anforderungen gestellt und ist hierüber zu vergleichen: Zeitschr. d. hann. A. u. Ing.-Ver. VI. Band, p. 245 und X. Band. p. 192.

Der für das vorliegende Capitel vorgesehene Raum gestattet nicht, auf eine Besprechung der Einzelnheiten dieser und anderer Einfriedigungen hier näher einzugehen. Man findet beachtenswerthe Beschreibungen und Zeichnungen an folgenden Stellen:

Goschler, Traité pratique etc. I. Band, p. 207. »Clôtures de stations.«

Heusinger von Waldegg, Die eiserne Eisenbahn, p. 73. Schmiedeeiserne Bahnhofsgitter« mit Kostenangaben).

Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn. Normalpläne für den Hochbau. Nr. 34 und 44.

Etzel, Oesterreichische Eisenbahnen III. Band, Blatt 45.

Carlsruher Sammlung ausgeführter Constructionen II. Folge, No. 26. »Schutzgeländer am Laufenburger Personenbahnhof.«

§ 12. Kosten. — Auch in Betreff der Kosten der im Vorstehenden besprochenen Anlagen müssen wir uns auf einige literarische Nachweise beschränken:

Funk und Debo, Hannoversche Eisenbahnen. Förster's Bauzeitung 1851. (Perrons, Pflasterung, Entwässerungscanäle u. s. w.)

Plessner, Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen. 2. Aufl. (Chaussirung etc. p. 161. Thore und Perrons p. 192, Rampen, Feuergruben und Abzugscanäle p. 201.)

Goschler, Traité pratique etc. (Entwässerungsanlagen I, p. 62, Einfriedigungen I, p. 207, Stossvorrichtungen II, p. 248, Senkgruben II, p. 305, Perrons II, p. 311, Rampen II, p. 317. Estacaden II, p. 319.)

XVIII. Capitel.

Aussergewöhnliche Eisenbahnsysteme.

Atmosphärische und pneumatische Bahnen. Seilebenen, Agudio's System.

Bearbeitet von

H. Sternberg,

Oberbaurath, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Tafeln LVIII bis LX.)

---

§ 1. Leistungsfähigkeit des Locomotivbetriebes. — Zur Beurtheilung des Werthes der verschiedenen Bahnsysteme, welche andere Betriebsmittel als Locomotiven verwenden, ist es unabweisbar, zunächst über den Locomotivbetrieb selbst die Ansichten festzustellen.

Locomotiven sind Motoren, welche mit dem bewegten Zuge gleichzeitig sich selbst bewegen, also auch die verlorene Arbeit, welche aus ihrer eigenen Bewegung erwächst, mit zu leisten haben. Die Uebertragung der Bewegung der Dampfmaschine an den Zug geschieht vermittelst der Reibung, welche sich zwischen Radreifen und Schiene entwickelt und, neben der Beschaffenheit der reibenden Flächen, von der Grösse des Druckes auf die Triebräder abhängt. Dieser Druck wird nun geleistet im Allgemeinen von der Schwere, d. h. dem Gewicht der Maschine, in besonderen Fällen (z. B. bei der Fell'schen Locomotive) durch eine von dem Gewicht der Maschine unabhängige Kraft, oder durch beide Kräfte gemeinschaftlich. Bei den meisten Locomotiven ist nicht das ganze Gewicht derselben zur Entwickelung der nöthigen Reibung thätig, sondern nur ein Theil desselben; bei den schweren Güterzugmaschinen, insbesondere bei den Tendermaschinen, ist hierzu das ganze Gewicht der Locomotive, bei der Fell'schen Locomotive mehr als das ganze Gewicht derselben verwendet.

An der Peripherie der Triebräder wirkt stets eine Kraft, welche der zur Bewegung von Zug und Locomotive gehörigen Zugkraft genau gleich ist.

Die Leistungsfähigkeit einer Locomotive ist zunächst abhängig von der Grösse der feuerberührten Fläche. Man erkennt, dass, bei der jetzt sehr feststehenden Constructionsweise der Locomotivkessel, das Gewicht der ganzen Locomotive ungefähr proportional sein wird der Anzahl der von derselben entwickelten Pferdekräfte. Es ist zwar richtig, dass ein Locomotivkessel, wenn derselbe mit sich selbst ähnlich wüchse, in der Oberflächenentwickelung, also in seiner Leistung nach der zweiten, in dem Gewichte nach der dritten Potenz der linearen Dimension zunähme; aber die

Voraussetzung der Aehnlichkeit der Locomotiven bei verschiedenen Stärken ist nicht zutreffend, da bei stärkeren Locomotiven wesentlich nur die Längendimension wächst. Wir können daher von einem Locomotivgewichte reden, welches einer Pferdekraft entspricht. Nach einer vergleichenden Gewichtsermittelung der heute gebräuchlichen Locomotiven fand sich durchschnittlich eine Pferdekraft an ein Gewicht von Locomotive und Tender von 110 Kilogramm gebunden.

Der Widerstand eines Zuges auf horizontaler gerader Bahn setzt sich zusammen aus Theilen, welche 1. aus der Zapfenreibung der Achsen, 2. aus der rollenden Reibung der Räder, 3. aus dem Widerstand der Luft erzeugt werden; ausserdem tritt noch 4. ein Reibungswiderstand der Maschinentheile der Locomotive selbst hinzu. Die beiden ersteren Widerstände sind offenbar proportional dem Gewichte des Zuges, der Letztere kann wohl auch proportional dem Locomotivgewichte gesetzt werden; der dritte hingegen, der Luftwiderstand, ist unabhängig vom Gewichte des Zuges, dagegen abhängig von dessen Gestalt und Geschwindigkeit, und zwar nach allgemein anerkanntem Grundsatze proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit. Annähernd wird man jedoch auch diesen Widerstand proportional dem Gewicht des Zuges setzen können, da die Gestalt, namentlich die Länge des Zuges, mit dessen Gewicht proportional wächst. Hiernach lässt sich der Widerstand eines Zuges auf horizontaler gerader Bahn, bei der stereotypen Gestaltung von Achsen, Räder und Wagen annähernd ausdrücken durch das Product aus dem normal zur Bahn drückenden Gewichte des Zuges in ein Binom $a + b v^2$, worin v die Geschwindigkeit des Zuges bezeichnet. Nach Versuchen, welche auf den Bahnen von Paris nach Versailles und von St. Etienne nach Lyon angestellt wurden, und welche Flachat bei der Einrichtung der atmosphärischen Bahn nach St. Germain zu Grunde legte[1]), ist $a = 0{,}00421$ und $b = 0{,}0000317$, wenn v die Geschwindigkeit in Meter und in 1 Secunde bezeichnet. Bei der heutigen vervollkommneten Construction der Eisenbahnfahrzeuge sind diese Coëfficienten jedoch zu gross. Obgleich die neueren Versuche über die Reibungswiderstände noch keineswegs zu übereinstimmenden Resultaten geführt haben, so wird man sich doch der Wahrheit nähern, wenn man $a = 0{,}003$ und $b = 0{,}00002$ setzt. Diese Zahlen sollen auch bei den folgenden numerischen Rechnungen benutzt werden. Der Reibungswiderstand der Maschinentheile ist durch Multiplication des Locomotivgewichtes mit dem Coëfficienten $\frac{7}{6}$ berücksichtigt worden.

Es sei

- P das Gewicht einer Locomotive nebst Tender in Kilogr.;
- P_1 - - des Zuges in Kilogr.;
- v die Geschwindigkeit des Zuges in Meter und Secunde;
- N die Anzahl der Pferdekräfte, welche die Locomotive zu entwickeln im Stande ist;
- η der Neigungswinkel der Eisenbahn gegen die Horizontale;
- φ der Coëfficient der Reibung zwischen Schienen und Rad (derselbe beträgt je nach dem Witterungs-, namentlich Feuchtigkeitszustande zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{10}$, im Mittel $\frac{1}{6}$);

---

[1]) Siehe Armengaud, publ. industr. 1848, pag. 154.

Die von anderen Autoren angegebenen, sonst auch bekannten Formeln über den Widerstand der Eisenbahnzüge mögen richtiger als jene sein, eignen sich aber sehr wenig zur Entwickelung der nachfolgenden Gesetze.

m derjenige Theil des Gewichtes von Locomotive nebst Tender, welcher zur Erzeugung der Reibung (Adhäsion) verwendet wird, der Adhäsionsgrad der Maschine (m ist also gewöhnlich kleiner als 1; bei Tendermaschinen mit durchaus gekuppelten Rädern = 1; bei der Fell'schen Maschine grösser als 1).

Die vorausgeschickten Betrachtungen führen nun sofort, unter Voraussetzung voller Kraftentwickelung der Locomotive, zu den folgenden zusammengehörigen Gleichungen:

$$(1.)\quad \left(P \cdot \frac{7}{6} + P_1\right) \cos\eta\,(a + b\,v^2) + (P + P_1)\sin\eta = m \cdot \varphi \cdot P \cdot \cos\eta$$

$$(2.)\quad P = N \,.\, 110.$$

$$(3.)\quad 75 \,.\, N = m \cdot \varphi \cdot P \cdot \cos\eta \cdot v$$

aus welchen sich ergiebt

$$(4.)\quad v = \frac{75}{110} \cdot \frac{1}{m \cdot \varphi \cdot \cos\eta} = \frac{0{,}682}{m \cdot \varphi \cdot \cos\eta}$$

$$(5.)\quad P_1 = P\,\frac{-\frac{7}{6}(a + b\,v^2) - \mathrm{tg}\,\eta + m \cdot \varphi}{a + b\,v^2 + \mathrm{tg}\,\eta}$$

oder auch durch Substitution aus Gleichung (4)

$$P_1 = P\,\frac{-\frac{7}{6}(a + b\,v^2) - \mathrm{tg}\,\eta + \frac{0{,}682}{v \cdot \cos\eta}}{a + b\,v^2 + \mathrm{tg}\,\eta} \text{ oder kurz } = P \cdot \alpha$$

Die Formel 4 lehrt, dass die Geschwindigkeit v in demselben Verhältniss wächst, in welchem m und φ, welche Grössen nur als Product zusammen auftreten, abnehmen, dass aber v nur wenig sich ändert, wenn η innerhalb der practischen Grenzen der Bahnneigungen, $m \cdot \varphi$ aber constant bleibt; die Formel 5 lehrt, dass die Zugkraft P_1 der Locomotive in raschem Verhältniss abnimmt, wenn v und η zunehmen.

Grössere Geschwindigkeiten können also nur eintreten, wenn kleinere Theile des Locomotivgewichtes zur Adhäsion verwendet werden.

Lässt man die Locomotive unter sonst gleichen Umständen mehr ziehen, so vermindert sich die Geschwindigkeit; grössere Geschwindigkeiten und stärkere Bahnsteigungen üben einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Zugkraft der Maschine.

Um die Resultate, die man im Allgemeinen leicht als wahr fühlen kann, auch in den Zahlenwerthen zu überblicken, sind in der folgenden Tabelle zusammengehörige Werthe von v und α berechnet für verschiedene Werthe von m und η; φ ist stets $= \frac{1}{6}$ gesetzt.

Diese Zahlen beziehen sich, wie bereits erwähnt, auf die Maximalleistung der Locomotiven und zeigen also, welche Geschwindigkeiten erzielt und welche Zuggewichte bewegt werden, wenn die Treibräder unter der Belastung $m\,P$ eben im Begriffe stehen zu schleudern. Bewegt sich also ein Zug auf einer Bahn von der Steigung $\mathrm{tg}\,\eta$, so lassen sich mittelst des Locomotivbetriebes nicht beliebige Geschwindigkeiten erzielen; nimmt man aber eine bestimmte Geschwindigkeit unter den möglichen an, so ist dadurch die Zugkraft $\alpha\,P$ der Locomotive vom Gewichte P bestimmt und zugleich auch der Grad m der erforderlichen Adhäsion.

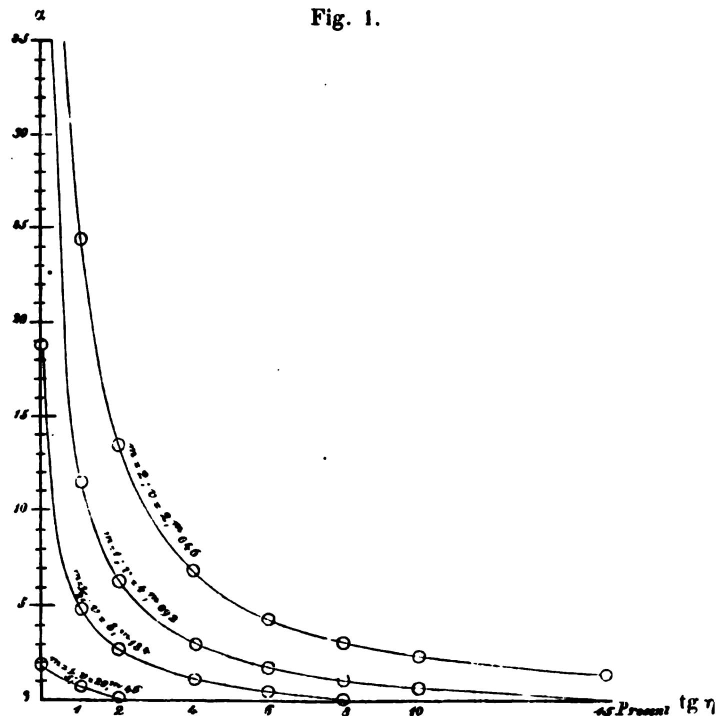
Man sieht auch, dass eine Maschine mit künstlicher Adhäsion (Fell'sche Maschine) viel grössere Steigungen überwinden kann, als eine gewöhnliche Locomotive, natürlicherweise mit Aufopferung von Geschwindigkeit. Mit einer Maschine von höherem

		$m = 2$ (Fell'sche Maschine)					$m = 1$ (gekuppelte Tendermaschine)					$m = \frac{1}{2}$ (gemischte Maschine)					$m = \frac{1}{5}$ (Schnellzugmaschine)				
tg η	η Grad, Minute.	v Meter.	$P_1 = \alpha P$ α	$a+bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a+bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a+bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a+bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$
0,00	0	2,046	107,0	0,00308	0,96	0,96	4,092	48,8	0,00333	0,88	0,91	8,184	18,0	0,00434	0,65	0,94	20,46	1,80	0,01137	0,16	0,60
0,01	0°35′	2,046	24,4	0,00308	0,95	0,95	4,092	11,5	0,00333	0,90	0,92	8,184	4,7	0,00434	0,73	0,81	20,46	0,47	0,01137	0,18	0,30
0,02	1° 9′	2,046	13,4	0,00308	0,92	0,92	4,092	6,1	0,00333	0,84	0,85	8,184	2,4	0,00434	0,66	0,71	20,46	0,02	0,01137	0,01	0,002
0,04	2°18′	2,047	6,7	0,00308	0,86	0,86	4,094	2,9	0,00333	0,75	0,75	8,188	0,9	0,00434	0,46	0,48					
0,06	3°26′	2,050	4,2	0,00308	0,79	0,79	4,100	1,6	0,00333	0,60	0,61	8,200	0,3	0,00434	0,22	0,23					
0,08	4°35′	2,052	3,0	0,00308	0,75	0,75	4,104	0,95	0,00333	0,45	0,45	bei tg η = 0,078	0		0	0					
0,10	5°43′	2,056	2,2	0,00308	0,68	0,68	4,112	0,59	0,00333	0,37	0,37										
0,15	8°32′	2,069	1,2	0,00308	0,55	0,55	4.138	0,08	0,00334	0,07	0,07										
0,33	18°25′		0	0,00308	0	0	bei tg η = 0,16	0		0	0										

Die zusammengehörigen Werthe von m, v, α und tg η sind in nachstehender graphischer Darstellung Fig. 1 so verzeichnet, dass tg η als Abscisse und α als Ordinate aufgetragen wurde. Für ein bestimmtes m, also nach Gleichung (4) auch für ein beinahe constantes v, liegen die zusammengehörigen Werthe von α und tg η sehr annähernd in einer Hyperbel.

Werthe der Grösse *m*, also von höherem Adhäsionsgrade, lassen sich übrigens auch die Betriebsresultate der Maschinen mit geringerem Adhäsionsgrade erzielen, wenn sonst die Geschwindigkeit der Kolbenbewegung so zu regeln wäre, dass die Maschine stets unter günstigen Verhältnissen arbeiten könnte. Dies ist beabsichtigt worden bei der Locomotive von Alphonse Loubat, welche während der letzten Industrieausstellung in Paris ihre Versuche anstellte und den Zweck hatte, bei Nebenbahnen Lasten über sehr verschiedene Steigungen zu schleppen; sie hatte die Eigenschaft, durch Einschaltung verschiedener Getriebe das Uebersetzungsverhältniss bei verschiedenen Steigungen zu regeln. Es scheint nicht, dass die Versuche geglückt sind, vielleicht durch die mangelhafte Räderübertragung. Im Allgemeinen wird man suchen, den

Fig. 1.



Graphische Darstellung vorstehender Tabellen.

Zusammenhang der Grössen m, v, α, η.

Die Abscissen sind die Werthe von tg η in Procenten der Steigung ausgedrückt. Die Ordinaten sind die Werthe von α.

Steigungscharakter einer Bahn auf ein und derselben Strecke nicht wesentlich zu ändern und die Verhältnisse der Locomotive, namentlich die Beziehung zu Kolbenhub und Triebraddurchmesser so zu regeln, wie es dem speciellen Bedürfniss des Betriebes angemessen erscheint, d. h. man wird besondere Güterzugmaschinen und besondere Personenzug- und Schnellzugmaschinen bauen. Man sieht aus obiger Tabelle, dass Schnellzugmaschinen nur sehr geringe Lasten selbst auf horizontalen Bahnen bei grossen Geschwindigkeiten ziehen können, dass aber bei Steigungen nothwendig diese Geschwindigkeit ermässigt werden muss. Beispielsweise wird bei tg $\eta = 0{,}01$ und $v = 20^{m}{,}46$ $\alpha = 0{,}47$; die Locomotive kann also nur einen Zug von der Hälfte ihres eigenen Gewichtes mit so grosser Geschwindigkeit über eine Bahn von 1% Steigung fort-

bewegen, während bei $m = 1/2$, und derselben Steigung schon $v = 8^m,18$ wird, aber auch α sich zu 4,7 erhebt u. s. f.

Aus constructiven Gründen wird man daher auch die Schnellzugmaschinen, die auf Bahnen mit mässiger Steigung laufen, nur mit einer Treibachse versehen (weil m nur klein bleibt); für grössere Steigungen müssen aber auch die Schnellzugsmaschinen mehrere gekuppelte Achsen besitzen, weil sie nur mit ermässigter Geschwindigkeit und daher auch mit grösserem Adhäsionsgrad m ihren Zug über diese Steigungen zu schleppen im Stande sein können. Güterzugmaschinen für kleinere Geschwindigkeiten hat man aber stets Grund mit vollständig gekuppelten Achsen zu versehen.

Es entsteht die wichtige Frage nach dem ökonomischen Werth oder dem Güteverhältniss (Nutzeffect) des Locomotivbetriebes, d. h. nach dem Quotienten aus der Nutzleistung in die Rohleistung der Locomotiven.

Der Begriff der Nutzleistung des Eisenbahnbetriebes lässt sich zweifach definiren.

1. Diese Nutzleistung ist die zum Transport eines Gewichtes P_1 über die horizontale Länge 1 und zum Emporheben desselben um die Höhe $\operatorname{tg} \eta$ erforderliche Arbeit, während die Transportzeit beliebig bleibt. Diese Arbeit ist also unabhängig von der Geschwindigkeit v.

   Da die Transportgeschwindigkeit aber von wesentlichem Werth für den Betrieb ist, so könnte man die Nutzleistung auch definiren, als

2. diejenige Arbeit, welche erforderlich ist, um das Gewicht P_1 mit der Geschwindigkeit v über die horizontale Strecke 1 und auf die Höhe $\operatorname{tg} \eta$ zu bewegen.

Die erste Art der Nutzleistung sei mit L_1, die zweite mit L_2, die Rohleistung mit L_0 bezeichnet.

Es ist nun hiernach $L_1 = P_1 (a + \operatorname{tg} \eta)$, worin a der von der Geschwindigkeit unabhängige Theil 0,003 des Binoms $a + b v^2$ ist, welches den Widerstandscoëfficienten der Last P_1 bei der Bewegung auf horizontaler gerader Bahn vorstellt; oder da $P_1 = \alpha \cdot P$

$$L_1 = \alpha P (a + \operatorname{tg} \eta) \text{ Kilogrammmeter.}$$

Die Rohleistung ist aber N Pferdekraft $= 75 \cdot N$. Kilogrammmeter in 1 Secunde oder, da $v \cos \eta$ die horizontale Geschwindigkeitscomponente ist, auf die horizontale Länge 1 gerechnet,

$$L_0 = \frac{75 \cdot N}{v \cos \eta} = \frac{75}{110} \cdot \frac{P}{v \cos \eta} = P \cdot m \varphi \text{ [vergl. Gleichung (4)].}$$

Das gesuchte Güteverhältniss in der ersteren Auffassung ist demnach

$$(6.) \quad \frac{L_1}{L_0} = \frac{a + \operatorname{tg} \eta}{m \cdot \varphi} \cdot \alpha$$

Die zweite Art der Nutzleistung ist in ähnlicher Weise

$$L_2 = \alpha P (a + b v^2 + \operatorname{tg} \eta), \text{ also}$$

$$(7.) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{a + b v^2 + \operatorname{tg} \eta}{m \varphi} \cdot \alpha$$

Oder auch nach Einsetzung der Werthe von α und $m \varphi$ aus den Gleichungen (4) und (5)

$$\frac{L_2}{L_0} = 1 - \frac{110}{75} \left[\frac{7}{6} (a + b v^2) + \operatorname{tg} \eta \right] v \cos \eta .$$

Die Werthe dieser Güteverhältnisse $\frac{L_1}{L_0}$ und $\frac{L_2}{L_0}$ sind für die verschiedenen betrachteten Fälle von m und $\operatorname{tg} \eta$ berechnet und in die frühere Tabelle (p. 906) eingesetzt worden.

Man erkennt sofort, dass das Güteverhältniss abnimmt, wenn das Adhäsionsverhältniss m abnimmt und wenn die Steigung $\operatorname{tg} \eta$ zunimmt; zu einem grösseren m gehört aber auch eine kleinere Geschwindigkeit v. Das Resultat der Rechnung lässt sich daher auch so aussprechen, dass der ökonomische Werth des Locomotivbetriebes um so grösser, je kleiner die Geschwindigkeit ist und je weniger die Bahn steigt. Derselbe ist bei horizontaler Bahn überhaupt sehr hoch, wenn die Geschwindigkeit nicht sehr bedeutend wird. Schnellzuggeschwindigkeiten sind immer nur mit grossem Opfer an verlorener Arbeit zu erkaufen.

Das Güteverhältniss $\frac{L_2}{L_0}$, welches den Werth der Geschwindigkeit vollauf in Rechnung zieht, übersteigt natürlicherweise stets das Verhältniss $\frac{L_1}{L_0}$; die Differenz wird aber nur bedeutend fühlbar bei grosser Geschwindigkeit und bei sanften Steigungen. Die zur Ueberwindung grösserer Steigungen erforderliche Arbeit ist so gross, dass in diesem Falle jene Differenz practisch ganz verschwindet. Man sieht ebenfalls aus den in der Tabelle niedergelegten Zahlen, dass das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes selbst für starke Steigungen noch immer ein günstiges ist, wenn nur die Geschwindigkeit klein bleibt, dass jedoch dasselbe gleich sehr rasch sinkt, wenn die Geschwindigkeit vergrössert wird. So z. B. zieht bei 8 % Steigung eine Locomotive bei 2^m Geschwindigkeit noch einen Zug vom 3fachen Gewichte der Locomotive bei einem Güteverhältniss des Betriebes von 0,75, während auf derselben Steigung bei $4^m,1$ Geschwindigkeit das Zuggewicht nur 0,95 des Locomotivgewichtes sein kann bei einem Güteverhältniss von 0,45; bei $8^m.2$ Geschwindigkeit kann die Locomotive sich nur kaum allein fortbewegen.

Zu den kleineren Geschwindigkeiten von 2^m gehört bei voller Arbeitsleistung der Maschine ein grosser Adhäsionsgrad, der nur durch künstliche Mittel, wie bei der Fell'schen Locomotive, erreicht werden kann. Es versteht sich von selbst, dass man die Locomotiven auch mit weniger als ihrer vollen Leistungsfähigkeit arbeiten lassen kann: es ist dann aber auch ihr Nutzeffect geringer.

§ 2. Berechtigungen anderer Eisenbahnbetriebssysteme. — Im Locomotivbetrieb sehen wir demnach ein ganz vorzügliches System, so lange die Bahn sanft ansteigt und die Geschwindigkeit mässig bleibt, etwa bis auf 8^m; auf stark geneigten Bahnen bleibt derselbe noch günstig, wenn die Geschwindigkeit sehr klein sein darf; grössere Geschwindigkeiten bei bedeutenden Steigungen oder sehr grosse Geschwindigkeiten selbst bei horizontalen Bahnen sind stets theuer.

Diese eigenthümlichen Erscheinungen werden uns einleuchtend, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die zur Bewegung der Locomotive selbst erforderliche Arbeit, welche bei grösseren Steigungen und grösseren Geschwindigkeiten in grossem Maasse zunimmt, eine verlorene Arbeit ist.

Hierin liegt offenbar ein nicht zu unterschätzender Mangel des Locomotivbetriebes. Man ist in ungünstigen Terrainverhältnissen entweder gezwungen, durch grosse Kunstbauten und Längenentwickelungen der Bahn das Gefälle sehr zu mässigen, um so für den Locomotivbetrieb günstige Bedingungen zu schaffen, oder die Zugkraft der Maschine nimmt rasch ab und nöthigt dazu die Gewichte der Züge zu verkleinern oder überschwere Maschinen zu verwenden. Letzteres ist meistens der Fall;

die Locomotiven entwickeln dann in ebeneren Bahnstrecken nur einen Theil ihrer Kraft und schleppen hierdurch eine grössere unnütze Last, als unter normalen Verhältnissen nöthig ist, mit sich; sie erzeugen ausserdem einen so concentrirten Druck auf ihre Triebräder, dass das Bahngestänge in sehr nachtheiliger Weise angegriffen wird. Die Schienen müssen stärker und härter und die Brückenbauten und Uebergangswerke tragfähiger sein, als bei leichteren Locomotiven erforderlich wäre; die gesammte Bahnunterhaltung wird überhaupt kostspieliger.[2])

Am vortheilhaftesten scheint es hiernach, die Bahnen bei schwierigen Steigungsverhältnissen in verschiedene Betriebsabtheilungen zu trennen und jeder Abtheilung besondere Betriebsmittel zu geben.

Die erwähnten Nachtheile des Locomotivbetriebes fühlen sich leicht heraus, wenn man auch nicht durch die Rechnung dieselben in Zahlen ausdrückt. Es ist daher sehr natürlich, dass die Ingenieure schon frühzeitig auf Mittel gedacht haben, dem Eisenbahnverkehre andere Betriebsmaschinen als Locomotiven zuzuführen, Maschinen, welche ihren Standpunkt nicht verlassen und die Züge durch irgend ein Uebertragungsmittel in Bewegung setzen können.

Ob diese Bestrebungen Aussicht auf Erfolg haben, werden die nachfolgenden Untersuchungen andeuten; mehrere mit vielen Hoffnungen begrüsste Betriebssysteme sind gänzlich aus dem Reiche der Eisenbahnen verbannt, andere nähren ein kümmerliches Dasein, wieder andere tauchen als erneute und verbesserte Formen verlassener Constructionen auf. Lassen sich auch unter Umständen wirklich denselben manche grosse Vortheile nicht absprechen, kann man ihnen auch oft einen grösseren Nutzeffect nachweisen, so ist es trotzdem meistens noch sehr fraglich, ob man ihnen den Vorzug vor den Locomotiven einräumen darf, weil bisher keine Maschine erfunden wurde, welche im Stande ist, mit gleicher Leichtigkeit den wechselnden Bedürfnissen des hochgesteigerten Eisenbahnverkehrs sich anzuschmiegen.

Sieht man von den nur dem kleinen Verkehr dienenden Pferdebahnen ab, so gehören zu den im Nachstehenden näher zu betrachtenden Einrichtungen, welche den Locomotivbetrieb zu ersetzen bestimmt sind: 1. die atmosphärischen und pneumatischen Bahnen; 2. die Seilbahnen.

§ 3. Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen. — Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen sind solche, welche die atmosphärische Luft benutzen als Uebertragungsmittel der an einem feststehenden Punkte entwickelten Kraft auf den in seiner Stellung veränderlichen Wagenzug. Der Sprachgebrauch hat sich in der Art entschieden, dass man unter atmosphärischen Bahnen solche versteht, bei denen

---

[2]) M. M. v. Weber, Beschreibung der geneigten Ebenen bei Giovi etc. Förster's Bauzeitung 1858, p. 79. Diese geneigte Ebene, von Ponte-Decimo nach Busalla, im Gefälle von $1/_{28,6}$, 9723^m lang, wird mittelst vierrädriger Tendermaschinen, von 28 Tonnen Gewicht in gefülltem Zustande, betrieben und jedem Zuge je nach seiner Grösse 1, 2 oder 3 Maschinen gegeben; die Geschwindigkeit ist $1^3/_4$—2 Meilen in der Stunde (3^m,6—4^m in der Sec.) bei Güterzügen, 3—$3^1/_4$ Meilen (6^m,3—6^m,8 in der Sec.) bei den Postzügen. Das Herabsteigen geschieht mittelst einer an der Locomotive angebrachten Schlittenbremse. Die Betriebskosten stellten sich im Jahre 1855 auf 10 Thlr. 22 Sgr. pro Zugmeile, wovon $1/_5$ auf die Bahnunterhaltung fällt, gegen 8 Thlr. 9 Sgr. pro Zugmeile auf den übrigen Strecken der Turin-Genua-Bahn.

Auf der Semmering-Bahn (Gloggnitz-Mürzzuschlag) mit einer Steigung von $1/_{40}$—$1/_{45}$, auf welcher schwere Engerth'sche Locomotiven benutzt werden, erhoben sich die Betriebskosten der Locomotivnutzmeile auf 15 Thlr. 19 Sgr.

In Deutschland beliefen sich im Allgemeinen während des Jahres 1855 die Kosten einer Nutzmeile auf 4 bis 8 Thlr.

die in einer Röhre eingeschlossene treibende Luft ausserhalb des Wagenzuges sich befindet, wogegen unter pneumatischen Bahnen andererseits diejenigen Einrichtungen begriffen sind, bei denen die Röhre einen so grossen Durchmesser annimmt, dass der zu bewegende Wagenzug gänzlich von derselben umschlossen wird, der Zug sich also innerhalb der Röhre bewegt.

Die atmosphärischen Bahnen sind zu gleicher Zeit mit den Locomotivbahnen entstanden und haben eine Zeit lang den Letzteren ernstlich den Rang streitig gemacht; in den Jahren von 1840 bis 1848 besonders haben sich die namhaftesten Ingenieure mit ihrer Vervollkommnung beschäftigt und bedeutende Capitalien zu ihrer Construction heranzuziehen gewusst. Bald nach 1848 wurden die Nachtheile der atmosphärischen Bahnen allseitig erkannt und heute besteht nirgendwo eine solche mehr; sie sind sämmtlich zu Locomotivbahnen umgebaut worden. Die grossen Vortheile, welche man sich von ihnen versprach, sind nicht in Erfüllung gegangen, die erwarteten Ersparnisse von Einrichtungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten gegenüber den Locomotivbahnen sind nicht eingetreten, vielmehr haben sich in allen Beziehungen grössere Ausgaben ergeben; besonders aber ist erkannt worden, dass sie in keiner Weise den gesteigerten und verwickelten Betriebsbedürfnissen unserer Eisenbahnen zu genügen im Stande sind. Erst in allerneuester Zeit treten die pneumatischen Bahnen wieder vollberechtigt hervor; sie tragen sicherlich Eigenschaften in sich, die ihnen für gewisse Verhältnisse, namentlich bei Ueberschreitung von steilen Gebirgszügen, eine Zukunft versprechen können.

§ 4. I. Atmosphärische Bahnen. — Man kann in 2 verschiedenen Weisen die Luft als Uebertragungsmittel verwenden, entweder in verdünntem oder verdichtetem Zustande. Alle Arten von atmosphärischen Bahnen haben mit einander gemein, dass vom Motor (Dampfmaschine, Wasserrad etc.) aus eine mit verdünnter oder verdichteter Luft gefüllte Röhre entspringt und die Bahn in ihrer ganzen Länge begleitet. Die Uebertragung der Druckdifferenz der in der Röhre befindlichen Luft gegen die äussere Atmosphäre aus dem Innern der Röhre auf den zu bewegenden Zug ist nun auf sehr mannigfaltige Weise versucht worden.

1. unmittelbar, indem man einen Kolben in der mit der Bahn parallelen Röhre (Treibröhre) wirken liess und diesen Kolben in Verbindung brachte mit dem Zug und zwar

a) durch einen Arm, welcher aus der Treibröhre hervorragte und deshalb einen durch Klappen oder Ventile schliessbaren Längenschlitz in derselben nöthig machte (Medhurst, Pinkus, Clegg und Samuda etc.);

b) ohne Längenschlitz; der Zug sollte eine kurze Treibröhre, die festliegende Luftleitungsröhre dagegen eine Menge aufrechtstehender hohler Kolben tragen, die durch Hähne während des Ueberschreitens des Zuges demselben stossweise Antriebe ertheilten (Chameroy, Laurenzana etc.);

c) ohne einen Längenschlitz, indem man die Kolben durch starke Magnete (Dezelu) oder durch luftdicht schliessende Rollen (Jullien und Valerio) in Verbindung setzen wollte;

d) ohne Kolben im Innern, indem man die Treibröhre nicht starr, sondern aus geeignetem luftdichtem Stoffe biegsam, schlauchartig herzustellen gedachte, um durch ein Aufblasen derselben ausserhalb liegende,

mit dem Zuge zusammenhängende Walzen in Bewegung zu setzen (Alexandre).

2. mittelbar.

a) Man wollte aus der Hauptröhre durch geeignete Klappen etc. die Cylinder einer auf der Bahn laufenden Luftlocomotive speisen (Pecqueur).

b) Man wollte eine ganze Reihe von feststehenden Luftmaschinen längs der Bahn durch die Hauptröhre betreiben, hierdurch jedesmal ein Paar horizontale Räder drehen, die wiederum eine mit dem Zuge in fester Verbindung stehende Schiene, wie einen Eisenstab in einem Walzenpaar fortwalzen sollte (Meyer-Rieter).

Uneigentlich zu den atmosphärischen Bahnen wäre noch diejenige Bahn zu rechnen, welche mittelst Luftlocomotiven betrieben werden sollte, Locomotiven, welche mit sonst gewöhnlicher Einrichtung statt Dampfkessel eine Reihe von Behältern trugen, die auf den verschiedenen Stationen stets wieder von Neuem mit vorräthig gehaltener verdichteter Luft zu füllen wären (Baader, Andraud, Crelle).

Man muss von vornherein erkennen, dass Einrichtungen, welche verdichtete oder verdünnte Luft als Motor in einer Locomotive verwenden wollen, jedenfalls alle Mängel des Locomotivsystems tragen und ausserdem eine aufgespeicherte Kraft benutzen müssen, die vorher durch eine andere Kraft und in den allermeisten Fällen durch Dampf erzeugt werden musste. Ausserdem sind diese Einrichtungen mit einer Menge von lästigen, theueren, oft practisch unmöglichen Zugaben versehen. Es erscheint demnach vollkommen gerechtfertigt, dass solche Luftlocomotiven niemals für grössere Verkehrszwecke ins Leben getreten sind, und stets den gewöhnlichen Dampflocomotiven, welche die Betriebskraft unmittelbar erzeugen, haben nachstehen müssen. Dagegen haben dieselben eine nützliche Verwendung gefunden, wenn es, wie bei der Ausführung des St. Gotthardtunnels, darauf ankam, einen Locomotivtransport herzustellen, ohne die Luft mit Dampf oder Verbrennungsgasen zu verunreinigen.

Andere Einrichtungen, namentlich die unter 1. b, c, d und 2. b. angedeuteten, sind geradezu abentheuerlich, unpractisch in jeder Art und offenbar von Männern beabsichtigt gewesen, welche die Erfolge und den Nutzen ihrer Erfindungen zu übersehen nicht vermochten.

So bleiben denn nur die unter 1. a erwähnten atmosphärischen Eisenbahnen mit unmittelbarer Verbindung eines Kolbens in der durch eine Längenfuge geöffneten Treibröhre mit dem Zuge übrig. Diese allein sind wirklich ausgeführt worden, während die übrigen höchstens als kleine Modelle in den Werkstätten der Erfinder in Betrieb gesetzt wurden; aber auch die Ersteren nur für verdünnte Luft. Es mag dies auffallend sein, weil offenbar viele Vortheile auf Seite der atmosphärischen Bahnen mit verdichteter Luft liegen, z. B. wären diese in den zu Verfügung stehenden Kolbendruck nicht so beschränkt als jene; auch würde, wie gleich nachgewiesen wird, bei diesen der Arbeitsverlust kleiner sein als bei jenen. Der Grund der Verwerfung der verdichteten Luft bei atmosphärischen Bahnen liegt in der unüberwindlichen Schwierigkeit, hierbei die Längenfuge wirksam zu schliessen, weil dann die Ventile, Klappen etc. sich nach Innen öffnen müssen und nicht mehr zugänglich bleiben, wohingegen bei verdünnter Luft diese Klappen nach Aussen aufschlagen, also leicht ausgebessert oder ersetzt werden können.

Ein grosser Uebelstand auch dieser besten Constructionsart der atmosphärischen Eisenbahnen besteht in der stets in sehr bedeutendem Maasse eintretenden Undichtigkeit der Treibröhre, namentlich erstens an dem wegen der Unregelmässigkeit der Röhre

und der unvermeidlichen Schwankungen des Zuges nur unvollkommen schliessenden Treibkolben, besonders aber an der über die ganze Bahnlänge sich erstreckenden Längenklappe über dem Schlitze der Treibröhre. Die durch die erstere Undichtigkeit in die Röhre eintretende Luft kann als eine in bestimmter Zeit constante Menge angesehen werden, wogegen die zweite sich jedenfalls proportional der Länge der Röhre erweisen muss. Man ist versucht, den letzteren Theil der eindringenden Luft ausserdem noch mit der Luftverdünnung wachsend zu denken. Versuche, welche Stephenson an der Kingstown-Dalkey-Bahn anstellte (siehe Schmid, Bericht etc., Förster's Bauzeitung 1847, p. 362), ergeben aber dieselbe als hiervon unabhängig, was dadurch erklärt werden kann, dass die Verschlüsse der Längenklappe bei grösserem Druck der äusseren Atmosphäre dichter werden, aber durch diese verkleinerten Oeffnungen andererseits verhältnissmässig mehr Luft eindringt.

Diese Undichtigkeiten, sowie die Reibungswiderstände des Kolbens sind die Ursache grosser Arbeitsverluste beim Betriebe der atmosphärischen Bahnen, Verluste, welche zu einem Grade wachsen können, dass die Leistungsfähigkeit derselben ausserordentlich herabsinkt, jedenfalls aber zu sehr kostspieligen Einrichtungen, namentlich Zerschneidungen der Bahn in kürzere Betriebslängen, nöthigen.

§ 5. Leistungsfähigkeit der atmosphärischen Bahnen. — Die zur Bewegung eines Zuges auf einer atmosphärischen Bahn erforderliche Arbeit lässt sich aus 4 Theilen bestehend betrachten:

1. Aus der Arbeit L_1 zur Verdünnung oder Verdichtung der Luft vor dem Beginn der Bewegung;
2. aus der Arbeit L_2 zur Erhaltung der Verdünnung während der Bewegung, wenn die Röhre vollkommen dicht wäre;
3. aus der Arbeit L_3, welche aus der durch die Undichtigkeit der Röhre eingedrungenen oder entwichenen Luft entspringt und zwar während der Beförderung des Zuges;
4. aus der Arbeit L_4, welche aus der Undichtigkeit der Röhre entspringt, vor der Bewegung des Zuges beim Auspumpen oder Verdichten der Luft.

ad 1. A) Arbeit der Luftverdünnung.

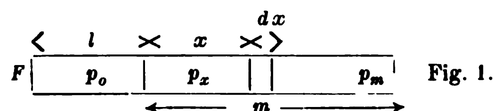


Fig. 1.

Es sei eine cylindrische Röhre vom Querschnitt F gefüllt mit Luft von der Dichte der äusseren Atmosphäre; p_0 sei der specifische Druck dieser Luft d. h. auf die Quadrateinheit bezogen. Es soll die Arbeit berechnet werden, die aufzuwenden ist, um die Luft in der Röhre auf p_m ebenfalls auf die Quadrateinheit bezogen, zu erniedrigen. Denkt man sich die Röhre l um ein weiteres luftleeres Stück m verlängert, so dass, wenn sich die Luft aus der Röhre l in der Röhre $l + m$ ausdehnt, der Druck p_m erzeugt wird, so ist zufolge des Mariotte'schen Gesetzes

$$p_0 : p_m = l + m : l, \text{ also } m = l\left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)$$

Die gesuchte Arbeit L_1 wird derjenigen gleich sein, welche erforderlich ist, um einen Kolben vom Ende der Röhre l um den Weg m in der Röhre weiter zu bewegen. Die Elementararbeit dL_1 um den Kolben nach zurückgelegtem Wege x um dx zu bewegen, ist, wenn p_x den Druck der Luft in jenem Punkte bedeutet,

$dL_1 = F(p_0 - p_x)\,dx$, oder da wieder $p_0 : p_x = l + x : l$, also $p_x = p_0 \cdot \frac{l}{l+x}$

$dL_1 = F\left(p_0 - p_0 \cdot \frac{l}{l+x}\right) dx$, also die Gesammtarbeit

$$(1^a)\quad L_1 = F \cdot p_0 \int_0^m \left(1 - \frac{l}{l+x}\right) dx = F \cdot p_0 l \left\{\frac{p_0}{p_m} - 1 - \text{log. nat.}\ \frac{p_0}{p_m}\right\}$$

Setzt man z. B.

$p_m = \frac{9}{10} p_0$, so ist hiernach $L_1 = 0{,}0057 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 0{,}0570 \cdot F(p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{2} p_0$, - $L_1 = 0{,}3069 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 0{,}6138 \cdot F(p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{3} p_0$, - $L_1 = 0{,}9014 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 1{,}3521 \cdot F(p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{4} p_0$, - $L_1 = 1{,}6139 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 2{,}1518 \cdot F(p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{5} p_0$, - $L_1 = 2{,}3906 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 2{,}9882 \cdot F(p_0 - p_m) l$
⋮
$p_m = 0$ - $L_1 = \infty = \infty \cdot F(p_0 - p_m) l$

Diese Resultate lehren, dass die zur Auspumpung der Luft aus der Treibröhre verwendete Arbeit, welche, wie man sofort einsieht, vollständig als Arbeitsverlust für die Bewegung des Eisenbahnzuges zu betrachten ist, einfach proportional mit l und F, aber sehr schnell mit dem Grade der Verdünnung wächst. Es ist stets die Absicht, einen durch das Gewicht des zu bewegenden Zuges und die zu erlangende Geschwindigkeit desselben bestimmten Druck auf den Kolben zu erzeugen, d. h. es muss die Grösse $F(p_0 - p_m)$ gleich einem bestimmten Werthe sein. Setzt man also in vorliegender Tabelle den Werth $F(p_0 - p_m)$ constant, so verhalten sich die zum Auspumpen der Röhre nöthigen Arbeiten bei verschiedenen atmosphärischen Bahnen von derselben Zugkraft aber bei verschiedener Grösse der Treibröhre, bei dem Druck p_m im Innern der Röhre von

$\frac{9}{10} p_0$; $\frac{1}{2} p_0$; $\frac{1}{3} p_0$; $\frac{1}{4} p_0$; $\frac{1}{5} p_0$; 0 wie die Zahlen
0,0570 ; 0,6138 ; 1,3521 ; 2,1518 ; 2,9882 ; ∞ .

dabei ist es aber gleichgültig, ob die Länge l gross oder klein gegriffen wird, d. h. ob die ganze Länge der Bahn in mehrere kleinere Theile l getheilt wird, insofern doch beim Durchlaufen aller einzelnen l die Gesammtlänge der Röhre ausgepumpt werden muss.

Man sieht hieraus, wie höchst unvortheilhaft es sein wird, atmosphärische Bahnen mit grossem Grade der Luftverdünnung zu construiren.

ad 1. B) Arbeit der Luftverdichtung.

Fig. 2.

Es sei wieder eine cylindrische Röhre vom Querschnitte F und der Länge l gefüllt mit Luft von einem specifischen Drucke p_0 = dem Atmosphärendruck der äusseren Luft. Die Luft in der Röhre soll zu einem specifischen Drucke p_n verdichtet werden: n sei diejenige Länge, um welche die Luft in der Röhre zusammen zu pressen wäre, um den Druck p_n in der Länge l zu erzeugen; dann ist

$$p_n : p_0 = l + n : l,\ \text{oder}\ n = l\left(\frac{p_n}{p_0} - 1\right)$$

$$p_x : p_0 = l + n : l + n - x,\ \text{also}\ p_x = p_0 \frac{l+n}{l+n-x}$$

die Elementararbeit $dL'_1 = F(p_x - p_o)\,dx$ und die ganze Arbeit

$$L'_1 = F\,.\int_o^n (p_x - p_o)\,dx$$

$$L'_1 = F\,.\,p_o\,.\,l\left(\frac{p_o}{p_n} - 1 + \text{log. nat.}\,\frac{p_n}{p_o}\right) \qquad (1^b)$$

Setzt man z. B.

$p_n = 1{,}1\,.\,p_o$ so wird $L'_1 = 0{,}0044\,.\,F.p_n\,.\,l = 0{,}0484\,.\,F(p_n - p_o)l$ oder $= 0{,}0055\,.\,F.p_o\,.\,l$
$p_n = 2\,.\,p_o$ - $L'_1 = 0{,}1931\,.\,F.p_n\,.\,l = 0{,}3862\,.\,F(p_n - p_o)l$ - $= 0{,}3862\,.\,F.p_o\,.\,l$
$p_n = 3\,.\,p_o$ - $L'_1 = 0{,}4319\,.\,F.p_n\,.\,l = 0{,}6478\,.\,F(p_n - p_o)l$ - $= 1{,}2957\,.\,F.p_o\,.\,l$
$p_n = 4\,.\,p_o$ - $L'_1 = 0{,}6363\,.\,F.p_n\,.\,l = 0{,}8484\,.\,F(p_n - p_o)l$ - $= 2{,}5452\,.\,F.p_o\,.\,l$
$p_n = 5\,.\,p_o$ - $L'_1 = 0.8094\,.\,F.p_n\,.\,l = 1{,}0117\,.\,F(p_n - p_o)l$ - $= 4{,}0470\,.\,F.p_o\,.\,l$
⋮
$p_n = \infty$ $L'_1 = \infty$

Auch hier sieht man, ähnlich wie bei Gleichung 1ª, dass die zu verwendende (und verlorene) Arbeit behufs Zusammenpressens der Luft in der Treibröhre mit der Grösse des Verdichtungsgrades zunimmt. Nimmt man wieder $F\,.\,(p_n - p_o)$, nämlich den Druck auf den Treibkolben, als constant an, so wachsen die verlorenen Verdichtungsarbeiten bei

$p_n = 1{,}1\,p_o$; $2p_o$; $3p_o$; $4\,p_o$; $5\,p_o$, wie die Zahlen
0,0484 ; 0,3862 ; 0,6478 ; 0,8484 ; 1,0117 .

Es ist also auch bei atmosphärischen Bahnen mit verdichteter Luft vortheilhaft, mit möglichst geringen Spannungen zu arbeiten, obgleich hier die Verhältnisse ungleich günstiger sind, als bei den Bahnen, welche mit verdünnter Luft betrieben werden; z. B. wird hier eine Verdichtung $p_n = 2\,.\,p_o$ einen nutzbaren Druck $p_n - p_o = 2p_o - p_o = p_o$ (gleich einer ganzen Atmosphäre) ergeben, mit einer verlorenen Verdichtungsarbeit von nur $0{,}3862\,.\,F\,.\,(p_n - p_o)\,.\,l$, wogegen bei verdünnter Luft erst derselbe Kolbendruck erfolgt bei vollkommener Luftleere oder bei $p_m = 0$, was nach der Gleich. 1ª einen unendlich grossen verlorenen Arbeitsaufwand nöthig macht.

Man wäre also bei Bahnen mit verdichteter Luft im Stande, ohne übergrossen Arbeitsverlust gesteigerte Kolbendrücke hervorzubringen, was bei Bahnen mit verdünnter Luft selbst bei grösstem Opfer an verlorener Kraft nur in sehr mässigem Umfange erreicht werden kann.

Wie erwähnt, sind nur die unüberwindlichen Constructionsschwierigkeiten Ursache gewesen, die verdichtete Luft als Kraftübertragungsvorrichtung bei Eisenbahnen auszuschliessen und statt dessen der sonst weniger zweckmässigen verdünnten Luft den Vorzug zu geben. Als Kraftübertragungsmittel in anderen Verhältnissen, bei denen vollkommen geschlossene Röhren möglich sind, wird die verdichtete Luft stets ihre grosse Bedeutung bewahren.

ad 2. Arbeit zur Erhaltung der Luft-Verdünnung, beziehungsweise Verdichtung, während der Bewegung des Zuges, unter Voraussetzung vollkommen dichter Treibröhren.

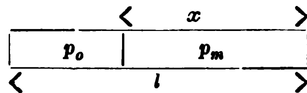
Die Arbeit, welche bei Durchlaufung der Länge l geleistet wird, drückt sich sofort aus durch

$L_2 = F(p_o - p_m)\,l$ bei Anwendung verdünnter Luft und (2ª)
$L'_2 = F(p_n - p_o)\,l$ - - verdichteter Luft. (2ᵇ)

ad 3. **Arbeit, welche aus der durch die Undichtigkeit der Röhre eindringenden oder entweichenden Luft entspringt während der Beförderung des Zuges.**

a. **für Treibröhren mit verdünnter Luft.**

Die Luft dringt sowohl am Treibkolben, als an der ganzen Ausdehnung der Längenklappe ein; Undichtigkeiten an der Luftpumpe und der von ihr zur Treibröhre führenden Verbindungsröhren mögen, weil sie durch sorgfältige Ausführung vermieden werden können, ausser Acht bleiben. Man kann, nach Maassgabe der an den atmosphärischen Bahnen angestellten Versuche, das durch den Kolben in einer Secunde eindringende Luftvolumen, von der Spannung der Atmosphäre, als constant $= A$, sowie das an der Längenklappe eindringende Luftvolumen in der Secunde, ebenfalls in der Dichte der Atmosphäre gemessen, als unabhängig von der inneren Spannung und proportional der Länge der Klappe setzen; Letztere sei bezeichnet mit B für die Längeneinheit der Klappe. Das in der Secunde in die Röhre von einer Länge x eintretende Luftvolumen von 1 Atmosphäre Spannung ist demnach gleich $A + Bx$, also in dem Zeitelemente $dt = (A + Bx)\,dt$; es wird sich mit der unter dem specifischen Druck p_m in der Röhre befindlichen Luftmenge mischen. Die mit dem Atmosphärendruck p_0 behaftete Luftmenge $(A + Bx)\,dt$ füllt eine Röhrenlänge von $\frac{(A + Bx)\,dt}{F}$ aus



also unter dem Druck p_m eine Länge $\lambda = \frac{A + Bx}{F} \cdot \frac{p_0}{p_m} \cdot dt$; oder da $-dx = v\,dt$, wo v die constante Geschwindigkeit des Kolbens, also $dt = -\frac{dx}{v}$, $\lambda = -\frac{A + Bx}{F} \cdot \frac{p_0}{p_m} \cdot \frac{dx}{v}$. Hierbei ist der Druck auf den Kolben immer $= F \cdot (p_0 - p_m)$. Es würde demnach durch die Undichtigkeit des Kolbens eine Arbeit zu leisten sein, damit der innere Druck constant $= p_m$ bleibe, in dem Zeitelemente

$$dL_3 = F \cdot (p_0 - p_m)\,\lambda = -\frac{(p_0 - p_m)}{v} \cdot \frac{p_0}{p_m} \cdot (A + Bx)\,dx\ .$$

Beim Durchlaufen des Weges l also

(3^a)

$$L_3 = \frac{(p_0 - p_m) \cdot p_0}{v \cdot p_m} \int_l^0 -(A + Bx)\,dx = \frac{(p_0 - p_m)\,p_0}{v \cdot p_m} \left(Al + B \cdot \frac{l^2}{2}\right)$$

oder auch, wenn t die Zeit bedeutet, in welcher mit der constanten Geschwindigkeit v der Weg l durchlaufen wird, also $vt = l$

$$L_3 = (p_0 - p_m) \cdot \frac{p_0}{p_m} \cdot t\left(A + B \cdot \frac{l}{2}\right)$$

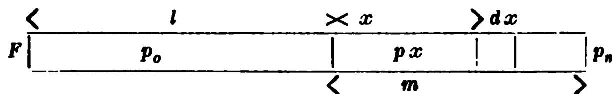
Diese Grösse stellt einen Arbeitsverlust dar und ist also unabhängig vom Querschnitt der Röhre, proportional der Fahrzeit und mit der Länge der Röhre wachsend; man übersieht auch, dass t und l so beschaffen sein können, dass L_3 jede beliebige Grösse annehmen kann, aber kleiner wird, je mehr der Kolben sich dem Ende der Röhre nähert.

Einen ähnlichen Ausdruck erhält man bei Bahnen mit verdichteter Luft; nämlich

$$(3^b) \qquad L'_3 = \frac{p_n - p_0}{v} \cdot \frac{p_0}{p_n}\left(Al + B\,\frac{l^2}{2}\right) = \frac{(p_n - p_0) \cdot p_0}{p_n} \cdot t\left(A + B\,\frac{l}{2}\right)$$

ad 4. **Arbeit, welche aus der Undichtigkeit der Röhre entspringt, vor der Bewegung des Zuges beim Auspumpen oder Verdichten der Luft.**

a. **für verdünnte Luft.**



Während dieser Zeit befindet sich die Treibröhre durch Ventile geschlossen; das eindringende Luftvolum pro Secunde ist nach der früheren Bezeichnung gleich $B.l$, also im Zeitelemente $B.l.dt$ und zwar von der Dichte der äusseren Atmosphäre p_0.

Es ist wieder $m = l\left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)$ und $p_x = p_0 \cdot \frac{l}{l+x}$.

Die eindringende Luft hat bei der Verdünnung bis zu p_x das Volumen $Bl.dt.\frac{p_0}{p_x}$, füllt also eine Röhrenlänge aus $\lambda = \frac{Bl}{F}.\frac{p_0}{p_x}.dt$; der Kolbendruck ist zu gleicher Zeit $F(p_0 - p_x)$; es wird also in dt die aus der Undichtigkeit entspringende Arbeit zu leisten sein

$$dL_4 = F.(p_0 - p_x).\lambda = F(p_0 - p_x).\frac{B.l}{F}.\frac{p_0}{p_x}.dt = B.l.(p_0 - p_x)\frac{p_0}{p_x}.dt,$$

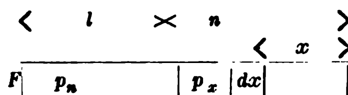
oder da $v.dt = dx$ wo v gleich der constanten Zuggeschwindigkeit zu setzen ist, in der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeit der Luftpumpen constant gehalten wird,

$$dL_4 = \frac{Bl}{v}.(p_0 - p_x).\frac{p_0}{p_x}.dx = \frac{B}{v}p_0 x.dx$$

also

$$L_4 = \int_0^{m = l\left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)} \frac{B}{v}.p_0.x.dx = \frac{B}{2v}.p_0.l^2\left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)^2 \qquad (4^a)$$

b. **für verdichtete Luft.**



es ist wieder

$$n = l\left(\frac{p_n}{p_0} - 1\right);\ p_x = p_0.\frac{l+n}{l+n-x}$$

Die im Zeitelemente austretende Luft $B.ldt$ von der Spannung der Atmosphäre hat im Innern der Röhre ein Volumen $Bl.dt.\frac{p_0}{p_x}$, also eine Röhrenlänge $\lambda = \frac{Bldt}{F}.\frac{p_0}{p_x}$; der Kolbendruck ist $F.(p_x - p_0)$ also die Elementararbeit, welche durch Luftlässigkeit in der Zeiteinheit zu leisten ist,

$$dL'_4 = F(p_x - p_0).\lambda = F(p_x - p_0).\frac{Bl.dt}{F}.\frac{p_0}{p_x} = Bl(p_x - p_0).\frac{p_0}{p_x}.dt,$$

oder, da wieder $vdt = dx$ ist:

$$dL'_4 = \frac{Bl}{v}(p_x - p_0)\frac{p_0}{p_x}.dx = \frac{B.l}{v}.p_0\frac{x}{l+n}.dx$$

also

$$L'_4 = \frac{B l}{v} \cdot \frac{p_0}{l+n} \int_0^n x \cdot dx = \frac{B}{2_0} \cdot l^2 \cdot \frac{(p_n - p_0)^2}{p_n} \qquad (4^b)$$

Man erkennt leicht, dass die Arbeitsverluste L_4 und L'_4 wachsen mit l und abnehmen mit v, ferner wachsen mit dem Grade der Luftverdünnung einerseits oder Luftverdichtung andererseits.

Stellt man nun die Resultate zusammen, so ergiebt sich als Arbeitsaufwand zur Bewegung eines Zuges über eine atmosphärische Eisenbahn von der Länge l

a. für verdünnte Luft.

$$(1^a) \qquad L_1 = F \cdot p_0 \cdot l \left\{\frac{p_0}{p_m} - 1 - \text{log. nat.} \frac{p_0}{p_m}\right\}$$

$$(2^a) \qquad L_2 = F(p_0 - p_m)\, l$$

$$(3^a) \qquad L_3 = (p_0 - p_m) \frac{p_0}{v \cdot p_m} \left(A l + B \cdot \frac{l^2}{2}\right)$$

$$(4^a) \qquad L_4 = \frac{B}{2v} \cdot p_0 \cdot l^2 \left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)^2$$

Es bezeichne ferner C den Reibungswiderstand des Treibkolbens in der Treibröhre, ferner wie vorher P_1 das Gewicht des bewegten Zuges; $a = 0{,}003$; $b = 0{,}00002$; tg η die Neigung der Bahn, so ist der zur Erzeugung der Geschwindigkeit v (in Metern) nöthige Druck auf den Kolben

$$(5^a) \qquad F(p_0 - p_m) = P_1 \left((a + b v^2) \cos \eta + \sin \eta\right) + C$$

b. für verdichtete Luft.

$$(1^b) \qquad L'_1 = F \cdot p_n \cdot l \left(\frac{p_0}{p_n} - 1 + \text{log. nat.} \frac{p_n}{p_0}\right).$$

$$(2^b) \qquad L'_2 = F(p_n - p_0)\, l$$

$$(3^b) \qquad L'_3 = \frac{p_n - p_0}{v} \cdot \frac{p_0}{p_n} \left(A l + B \frac{l^2}{2}\right)$$

$$(4^b) \qquad L'_4 = \frac{B}{2v} \cdot l^2 \frac{(p_n - p_0)^2}{p_n} \text{ und}$$

$$(5^b) \qquad F(p_n - p_0) = P_1 \left((a + b v^2) \cos \eta + \sin \eta\right) + C$$

Diese Gleichungen reichen aus, um alle Beziehungen der atmosphärischen Bahnen zu bestimmen.

Zur Bewegung eines Zuges sind in derselben Zeit die Arbeiten L_2 und L_3, beziehungsweise L'_2 und L'_3, zu verrichten; nach der Summe derselben ist die Stärke der feststehenden Betriebsmaschine zu bemessen. Die Zeit, in welcher der Weg l durchlaufen wird, ist $\frac{l}{v}$ daher die nothwendige Leistung der Maschine L, beziehungsweise L', in der Zeiteinheit (Secunde):

1. bei Bahnen mit verdünnter Luft.

$$\mathrm{L} = \frac{L_2 + L_3}{l} \cdot v = \left\{F \cdot (p_0 - p_m)\, l + (p_0 - p_m) \frac{p_0}{v \cdot p_m} \left(A l + B \frac{l^2}{2}\right)\right\} \frac{v}{l}$$

$$= F(p_0 - p_m)\, v + (p_0 - p_m) \frac{p_0}{p_m} \left(A + B \frac{l}{2}\right)$$

oder

$$(6^a) \quad \mathrm{L} = P_1 \left((a + b v^2) \cos \eta + \sin \eta\right) v + C \cdot v + (p_0 - p_m) \frac{p_0}{p_m} \left(A + B \frac{l}{2}\right)$$

2. Bei Bahnen mit verdichteter Luft.

$$L' = \frac{L'_2 + L'_3}{l} \cdot v =$$

$$\left\{F(p_n - p_0)\, l + \frac{p_n - p_0}{v} \cdot \frac{p_0}{p_n}\left(A l + B\frac{l^2}{2}\right)\right\}\frac{v}{l} = F(p_n - p_0) v + (p_n - p_0) \cdot \frac{p_0}{p_n}\left(A + B\frac{l}{2}\right)$$

oder

$$L' = P_1\left((a + b v^2)\cos\eta + \sin\eta\right) v + C \cdot v + (p_n - p_0)\frac{p_0}{p_n}\left(A + B\frac{l}{2}\right). \quad (6^b)$$

Man sieht hieraus, dass die Geschwindigkeit v einen sehr grossen Einfluss ausübt auf die Stärke der zu errichtenden Maschine, dass diese jedoch ebenfalls sowohl mit l, als auch mit dem Grade einerseits der Verdünnung, andererseits der Verdichtung der Luft wächst, dass aber der letztere Einfluss bei verdünnter Luft ein sehr viel höheres Maass annehmen kann, als bei verdichteter Luft.

Zur Bestimmung der in der Rechnung vorkommenden Constanten ABC dienen Versuche auf englischen und französischen Eisenbahnen.

Auf der Bahn von Kingstown nach Dalkey wurden durch Stephenson Versuche über die Luftlässigkeit der Röhren angestellt und durch Schmid einer weiteren Prüfung unterworfen (s. Förster's Bauzeitung 1847, p. 363); es ergab sich pro engl. Meile Treibrohr in einer Minute 231 Cubikfuss von der Dichte der Atmosphäre, oder pro laufenden Meter des Treibrohres in einer Secunde 0,0000678 Cubikmeter.

Auf der Linie St. Germain wurde durch Flachat aus mehrfachen Versuchen abgeleitet

$B = 0{,}0002$ Cubikmeter pro lauf. Meter (s. Armengaud, Publ. industr. 1848, p. 175) und

$A = 0{,}37$ Cubikmeter, ebenfalls in einer Zeitsecunde und in der Dichte der atmosphärischen Luft gemessen.

Nach anderer Angabe (The practical mechanics journal 1863, p. 57) war auf der Wormwood-Versuchsbahn, ebenso wie auf der Bahn von Dalkey, der Verlust durch die Längenklappe so gross, dass bei vollkommener Ruhe der Maschine das Vacuum von 12 Zoll Quecksilber innerhalb 4 Minuten um $^1/_3$, also um 4 Zoll Quecksilber, sank. Die Treibröhre hatte $0^m{,}38$ Durchmesser. 30 Zoll Quecksilber sind gleich einer Atmosphäre. Zu Anfang betrug also der Luftinhalt der Röhre $\frac{30 - 12}{30}$, am Ende des Versuches $\frac{30 - 8}{30}$ des Gesammtinhalts, wenn die Luft stets die Dichte der äusseren Atmosphäre behalten hätte; es waren also im Ganzen $\frac{4}{30}$ des Inhalts eingetreten, also $\frac{4}{30} \cdot F.l$ in 4 Minuten = 240 Secunden, also in einer Secunde $\frac{4}{30 \cdot 240} \cdot F.l = \frac{1}{1800} \cdot F.l.$ Es ist nun $F = \pi \cdot \frac{0{,}38^2}{4}$; $l = 1$ Meter, folglich ergiebt sich hiernach die eindringende Luft

$$= \frac{\pi \cdot 0{,}38^2}{1800 \cdot 4} \cdot 1 = 0{,}000063 \text{ Cubikmeter.}$$

In den englischen Versuchen sind jedenfalls beide Grössen A und B in den gefundenen Zahlen enthalten; vielleicht waren die Längenverschlüsse bei ersteren Bahnen mit grösserer Sorgfalt, als bei der St. Germain-Bahn gefertigt. Flachat benutzte dieselben zur Ableitung der von ihm ausserdem nach neuen Versuchen festgestellten Werthe $B = 0{,}0002$ und $A = 0{,}37$, welche auch weiterhin beibehalten werden mögen.

Nach Flachat's Versuchen ist zu setzen (a. a. O. p. 157) $C = 120$ Kilogramm für die Kolbenreibung. Alle Längenmaasse in Meter, alle Gewichte in Kilogramm angegeben, ist $p_0 = 10330$ Kilogramm = dem Druck der Atmosphäre auf einen Quadratmeter.

Als Beispiel möge die Entwickelung der Hauptmaasse für die atmosphärische Bahn von St. Germain dienen, und zwar für denjenigen Theil derselben, welcher über eine steile Rampe von einer mittleren Neigung von 25‰ nach dem hochgelegenen St. Germain führt. Zur Erklimmung dieser steilen Bahn, die kurz vor St. Germain bis zu 35‰ stieg, wurden Röhren von grösserem Durchmesser als für die übrige fast horizontale Strecke gewählt.

Es ist demnach

$\operatorname{tg}\eta = 0{,}025$; $\sin\eta = 0{,}025$; $\cos\eta = 0{,}9997$; das Programm wurde so festgesetzt, dass als Maximalleistung

$P_1 = 55$ Tonnen $= 55000$ Kilogramm,

$v = 16$ Meter und das Vacuum $= \frac{2}{3}$ Atmosphäre, d. h. $p_0 - p_m = \frac{2}{3} \cdot p_0$, also

$p_m = \frac{p_0}{3} = \frac{10330}{3} = 3443$ Kilogramm betragen sollte.

Es ist dann nach Gleichung (5^a)

$$F(10330 - 3443) = 55000\left((0{,}003 + 0{,}00002 \,.\, 16^2) \,.\, 0{,}9997 + 0{,}025\right) + 120\,,$$

woraus sich $F = 0{,}282\,\square^m$, und der Durchmesser des Kolbens $= 0^m{,}60$ ergiebt.[3])

Für die grösste Steigung der Bahn $\operatorname{tg}\eta = 0{,}035$ liefert dieselbe Gleichung

$$(F = 0{,}282)\,(10330 - 3443) = 55000\left((0{,}003 + 0{,}00002 \,.\, v^2)\, 0{,}9994 + 0{,}035\right) + 120$$

woraus v = negativ; v wird schon $= 0$ bei $\operatorname{tg}\eta = 0{,}30$.

Es kann daher die letzte Steigung, welche kurz vor dem Ende der Treibröhre in der Nähe der Pumpmaschine sich befindet, bei einem 55 Tonnen schweren Zuge überhaupt nur überwunden werden durch Verbrauch der in den vorherigen Strecken erworbenen Geschwindigkeit oder durch eine erhöhte Luftverdünnung; Letzteres ist am wahrscheinlichsten der Fall gewesen, weil bei abnehmender Rohrlänge die Arbeitverluste kleiner werden und die Maschine bei derselben Leistung mehr nützliche Arbeit liefern konnte.

Die Strecke zwischen St. Germain und Chatou, welche von der Pumpmaschine in St. Germain betrieben wurde, hat eine Länge von 5307 Meter und besteht aus einer horizontalen Strecke und der geneigten Ebene. Obgleich diese Strecke mit Röhren von verschiedenen Durchmessern ($0^m{,}38$ in der Ebene und $0^m{,}63$ in der Steigung) versehen war, so hatte doch die Dampfmaschine, welche die Pumpe trieb, diejenige Leistung auszuüben, welche dem grössten Durchmesser entspricht. Die geneigte Ebene besitzt eine Länge von 3360 Meter. Wir wollen die Rechnung in der Voraussetzung durchführen, dass die von der Maschine zu St. Germain betriebene Strecke überhaupt nur aus der geneigten Ebene bestehe, also dass $l = 3360$ sei.

Die in den Gleichungen 1^a, 2^a, 3^a, 4^a ausgedrückten Arbeitsleistungen erhalten daher folgende Werthe:

---

[3]) Flachat gab der Röhre $0^m{,}63$ Durchmesser statt des oben gefundenen Maasses $0^m{,}60$, was dadurch begründet war, dass er für a und b die grösseren Werthe $a = 0{,}00421$ und $b = 0{,}0000317$ setzte.

$L_1 = 0{,}282 \,.\, 10330 \,.\, 3360\,(3 - 1 - \text{log. nat. } 3) \quad = 8822800$ Kilogr.-Meter

$L_2 = 0{,}282 \,.\, \frac{2}{3} \,.\, 10330 \,.\, 3360 \quad = 6533380$ - -

$L_3 = 10330 \,.\, \frac{2}{3} \,.\, \frac{3}{16}\left(0{,}37 \,.\, 3360 + 0{,}0002 \,.\, \frac{3360^2}{2}\right) \quad = 3062845$ - -

$L_4 = \frac{0{,}0002}{2 \,.\, 16} \,.\, 10330 \,.\, 3260^2\,(3 - 1)^2 \quad = 2915539$ - -

Um einen Zug von 55 Tonnen überhaupt diese Strecke emporzuschleppen ist daher eine Gesammtarbeit von = 21334564 Kilogr.-Meter zu leisten, während die Nutzarbeit nur in L_2 = 6533380 - - besteht. Das Güteverhältniss des Betriebes lässt sich daher ausdrücken durch

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0{,}31,$$

war also sehr gering.

Die Maschine, welche die Luftpumpen trieb, musste einer Leistung von $L_2 + L_3$ entsprechen, weil die Arbeiten L_1 und L_4 vor dem Beginn der Zugbewegung schon geleistet sein mussten. $L_2 + L_3 = 9596225$ Kilogr.-Meter.

Diese Arbeit war in $\frac{3360}{16} = 210$ Secunden zu verrichten, also in einer Secunde $\frac{9596225}{210} = 45700$ Kilogr.-Meter; es wurde also erfordert eine Maschine von einer Nutzleistung $\frac{45700}{75} = 610$ Pferdekraft.

In der That wurden auf der Station St. Germain Dampfmaschinen von noch grösserer Stärke aufgestellt, zunächst weil von denselben eine grössere Strecke, als im vorangehenden Beispiel in Rechnung gesetzt, betrieben wurde, andererseits weil man für alle Fälle über grössere Kräfte als erforderlich verfügen wollte. Nach Angabe des mehrfach citirten Berichtes von Schmid hatten die Maschinen 800 Pferdekraft, nach der Angabe von Armengaud mehr als 1000 Pferdekraft. (79360 Kilogr.-Met. in einer Secunde.)

Einfluss der Steigung der Bahn auf das Güteverhältniss.

Wäre eine atmosphärische Bahn unter ganz denselben Verhältnissen zu betreiben, also unter Beibehaltung derselben Werthe von P_1, p_m, l, v, nur mit anderer Steigung, so zwar, dass $\text{tg}\,\eta = 0$, also die Bahn horizontal sei, so findet sich nach Gleichung (5[a]) $F(10330 - 3443) = 55000\,(0{,}003 + 0{,}00002 \,.\, 16^2) + 120$, woraus $F = 0{,}0822$ □[m], oder der Durchmesser des Treibkolbens = 0,325.[4])

Hieraus ergiebt sich

L_1	=	2571975 Kilogr.-Meter
L_2	=	1988694 - -
L_3	=	3062845 - -
L_4	=	2915539 - -
$L_1 + L_2 + L_3 + L_4$	=	10539053 Kilogr.-Meter

und das Güteverhältniss des Betriebes

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0{,}19$$

gegen 0,31 bei $\text{tg}\,\eta = 0{,}025$.

[4]) Ausgeführt wurde ein Röhrendurchmesser von 0[m],38 aus den in der vorseitigen Bemerkung (3) angegebenen Gründen.

Man sieht hieraus, dass das Güteverhältniss des Betriebes bei den atmosphärischen Bahnen sich nur wenig ändert, wenn die Neigung der Bahn sich zwischen sehr bedeutenden Grenzen bewegt; vorausgesetzt, dass sonst alle anderen Bestimmungsgrössen unverändert bleiben.

Einfluss des Grades der Luftverdünnung (Verdichtung) auf das Güteverhältniss.

Dagegen wächst dieses Güteverhältniss sehr wesentlich, wenn der Grad der Luftverdünnung (Luftverdichtung) abnimmt. Um auch hier ein Zahlenbeispiel zu geben, sei wieder die zuerst betrachtete Bahn zu Grunde gelegt, nämlich $l = 3360$ Meter; $P_1 = 55000$ Kilogramm; $\operatorname{tg}\eta = 0{,}025$; $v = 16$ Meter, aber p_m nur $= \frac{9}{10} \cdot p_0$; es ergeben die Formeln

$$(5^a) \quad F\left(1 - \frac{9}{10}\right) 10330 = 55000\left((0{,}003 + 0{,}00002 \,.\, 16^2)\, 0{,}9997 + 0{,}025\right) + 120.$$

woraus

$F = 1{,}88$ □^{m}, also der Kolbendurchmesser gleich $1^m{,}55$.

$$(1^a) \quad L_1 = 1{,}88 \,.\, 10330 \,.\, 3360 \left(\frac{10}{9} - 1 - \log.\text{nat.} \frac{10}{9}\right) = 371871 \text{ Kilogr.-Meter}$$

$$(2^a) \quad L_2 = 1{,}88 \,.\, \frac{1}{10} \,.\, 10330 \,.\, 3360 = 6525254 \quad - \quad -$$

$$(3^a) \quad L_3 = \frac{1}{10} \,.\, 10330 \,.\, \frac{10}{9 \,.\, 16}\left(0{,}37 \,.\, 3360 + 0{,}0002 \,.\, \frac{3360^2}{2}\right) = 170170 \quad - \quad -$$

$$(4^a) \quad L_4 = \frac{0{,}0002}{2 \,.\, 16} \,.\, 10330 \,.\, 3360^2 \left(\frac{10}{9} - 1\right)^2 = 9000 \quad - \quad -$$

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 7076295 \text{ Kilogr.-Meter}$$

Das Güteverhältniss ist daher

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0{,}92, \text{ also ein sehr hohes.}$$

Einfluss der Geschwindigkeit v auf das Güteverhältniss.

Man sieht zwar aus Gleichung (6^a) und (6^b), dass die Vermehrung der Zuggeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen einer atmosphärischen Bahn einen sehr grossen Einfluss auf die Stärke der stehenden Maschinen, welche die Luftpumpen bewegen, ausüben muss, dagegen lehren die Gleichungen 1—5, dass das Güteverhältniss $\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$ sich nur wenig ändern kann, indem zwar mit v der Kolbenquerschnitt F wächst, also auch L_2 und L_1 in demselben Verhältniss wachsen, zugleich aber L_3 und L_4 mit v abnehmen; Letztere beide Grössen sind im Allgemeinen gering gegen die anderen. Es folgt daraus, dass der Quotient $\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$ bei verändertem v (d. h. innerhalb practischer Grenzen, wobei v nicht übermässig klein ausfallen darf) sich nur wenig ändert, aber doch bei grösserem v zunimmt, dass also das Güteverhältniss des atmosphärischen Betriebes mit der Zuggeschwindigkeit langsam wächst.

§ 6. Resultate; Vergleichung der atmosphärischen mit den Locomotivbahnen. — Es lassen sich nach dem bis jetzt Vorgetragenen wichtige Vergleichungen

ziehen zwischen dem Eisenbahnbetrieb auf Locomotivbahnen einerseits und atmosphärischen Bahnen andererseits, wenn, abgesehen von allen sonstigen Vor- und Nachtheilen beider Systeme, nur deren Nutzeffect in Betracht gezogen wird. Grössere Geschwindigkeiten sind bei beiden Systemen nur mit sehr bedeutenden Opfern an Arbeit zu erkaufen, weil die Widerstände der Züge in raschem Maasse mit der Geschwindigkeit wachsen. Hiernach sind geringe Geschwindigkeiten auf Eisenbahnen in Bezug auf Transportarbeit unter allen Umständen vortheilhaft, namentlich bei Locomotivbetrieb, welcher hierbei und bei schwach geneigten Bahnen kaum einen namhaften Arbeitsverlust mit sich führt, weniger günstig bei atmosphärischen Bahnen wegen des Arbeitsverlustes aus der Luftlässigkeit der Röhren.

Unser heutiger Verkehr fordert aber grosse Geschwindigkeiten, deren Werth gemessen werden mag nach dem Widerstande, welchen ein Eisenbahnzug bei denselben entwickelt. Unter dieser Anschauung haben die verschiedenen Betriebssysteme verschiedenen Werth. Hierbei nimmt das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes schnell ab mit wachsender Geschwindigkeit; die atmosphärischen Bahnen hingegen haben die vorzügliche Eigenschaft, in ihrem Güteverhältniss mit wachsender Geschwindigkeit, wenn auch langsam, zuzunehmen.

Betrachtet man den Eisenbahnverkehr auf ansteigenden Bahnen, so ergiebt die vorhergehende Untersuchung, dass das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes in sehr raschem Maasse abnimmt mit wachsender Steigung und bald eine practische Grenze findet, wenn die Geschwindigkeit nicht ganz gering genommen wird; bei der atmosphärischen Bahn nimmt das Güteverhältniss des Betriebes bei wachsender Steigung auch ab, aber in viel geringerem Grade und der Betrieb ist noch ausführbar, wenn der Locomotivbetrieb längst schon unmöglich geworden ist.

Bei atmosphärischen Bahnen nimmt das Güteverhältniss des Betriebes sehr rasch ab mit erhöhter Verdünnung (beziehentlich Verdichtung) der Luft in der Treibröhre und ist überhaupt sehr gering bei den atmosphärischen Bahnen, wie solche bis jetzt ins Leben getreten sind. Dieser Umstand hat hauptsächlich dazu beigetragen, diese Bahnen ökonomisch unhaltbar zu machen. Die neueren sogenannten pneumatischen Bahnen hingegen, welche mit viel grösseren Treibröhren und daher mit ganz geringer Luftverdünnung oder Verdichtung arbeiten, auch die Luftverluste vermeiden, sind frei von den sogenannten Uebelständen der atmosphärischen Bahnen und bieten in Bezug auf gute Verwendung der Betriebskraft viele grosse Vortheile gegenüber den Locomotivbahnen, besonders bei grossen Steigungen. Es wird sich hierbei nur fragen, ob die kostspielige Anlage und Unterhaltung ihrer grossen Tunnelröhren ihre Verwendung zulassen.

Die anderen allerdings höchst gewichtigen Vor- und Nachtheile, welche den verschiedenen Betriebssystemen eigen sind, beziehen sich auf den Fahrdienst und die Regelmässigkeit und Bequemlichkeit desselben.

In dieser Hinsicht gebührt der Locomotivbahn ganz entschieden der Vorzug. Bei Letzterer ist die Betriebsmaschine beim Zuge, die Bahn dagegen ist nur Weg. Jeder Zufälligkeit, jeder Störung, jeder aussergewöhnlichen Anforderung an die Zugkraft kann sofort durch Anhalten, Zufügung anderer Locomotiven u. s. f. Genüge geleistet werden; bei den atmosphärischen Bahnen ist die ganze Bahn Theil der Maschine, deren Handhabung fern von dem Punkt der Arbeitsleistung geschieht; die Zugkraft kann nicht beliebig verstärkt werden; jede Störung einer einzigen stehenden Maschine macht die ganze Bahn unfahrbar; eine Maschine kann der anderen nicht aushelfen; der Rangirdienst auf den Bahnhöfen ist mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten ver-

bunden und erfordert entweder eine unzureichende Hülfe von Menschen- oder Thierkräften, oder einen sehr mangelhaften Seilbetrieb, so dass doch Rangirlocomotiven kaum entbehrt werden dürften. Das Hin- und Herfahren auf derselben Bahnstrecke macht entweder umständliche Umstellung der Kolbenapparate oder zwei getrennte nebeneinander liegende Treibröhren nothwendig, die Niveauübergänge sind sehr störend und mangelhaft und dergleichen mehr.

Besonders aber sind die Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten der stehenden, sehr starken Maschinen ausserordentlich gross. Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, ist man genöthigt, um die Arbeitsverluste nicht übermässig wachsen zu lassen, die einzelnen Betriebsstrecken kurz zu halten (die Praxis hat dieselben auf etwa 5 Kilometer festgestellt). Für jede derselben ist demnach eine feststehende grosse Pumpmaschine zu beschaffen, deren Betrieb auf das Aeusserste unvortheilhaft wird, weil die Arbeitszeit sich nur auf wenige Minuten beschränkt und die Pausen sehr lang werden können, aber in denen trotzdem stets ein genügender Dampfvorrath gehalten werden muss, um gleich nach dem eintreffenden Signal die Arbeit beginnen zu können. Es ist einleuchtend, dass hierdurch ein unverhältnissmässiger Brennmaterialverbrauch erwächst. Maschinen und vor Allem die Treibröhren sind steter Nachhülfe und Erneuerung unterworfen. Die grösseren Anlage- und Unterhaltungskosten des Maschinenwesens einer atmosphärischen Bahn gegenüber einer Locomotivbahn können nicht aufgewogen werden durch die geringeren Anschaffungs- und Unterhaltungskosten des leichteren Bahngestänges, welches nur den mässigen Druck der Wagenräder zu tragen hat.

Ferner ist zum Nachtheile der atmosphärischen Bahnen nicht gering in Anschlag zu bringen, dass deren Zugkraft nur sehr mässig ist und dass daher nur kleine Züge auf einmal befördert werden können. Bei der St. Germain-Bahn, welche die grössten Dimensionen unter den atmosphärischen Bahnen zeigte, war das Maximalgewicht der Züge zu 55 Tonnen normirt, einem Gewichte, welches noch nicht vier unserer jetzigen grösseren Güterwagen entspricht und den jetzt auf Locomotivbahnen üblichen Zuggewichten bei weitem nicht gleich kommt.

Unzweifelhaft sind die pneumatischen Bahnen vielen der erwähnten Nachtheile nicht oder in geringerem Maasse ausgesetzt, andere gewichtige bleiben auch diesem System eigen. Man kann daher mit Sicherheit voraussagen, dass selbst diese niemals die Locomotiven verdrängen werden, dass sie jedoch in besonderen Fällen, namentlich bei Ueberwindung grosser Steigungen, in denen die Locomotiven unzureichend sind, mit Vortheil verwendet werden können.

Wichtig sind die Aussprüche von Rob. Stephenson geworden, welche dieser berühmte Ingenieur in einem Gutachten vom April 1844 niedergelegt hatte, um zu entscheiden. ob die damals auszuführende Bahn von Chester nach Holyhead nach dem atmosphärischen oder dem Locomotivsystem betrieben werden sollte. Stephenson stellte hierzu zahlreiche Versuche an der Dalkey-Linie an und maass die geleistete Arbeit durch Indicatordiagramme an den Luft- und Dampfcylindern der stehenden Maschine. Er kam zu den Resultaten, dass das atmosphärische System als unökonomisches Uebertragungsmittel, sowohl dem Locomotiv- als dem Seilbetrieb nachstehe; dass ferner sowohl die erreichbare Geschwindigkeit nicht grösser sei, als beim Locomotivbetrieb und dass die Erbauungskosten in den meisten Fällen höher sein müssten, als bei diesem. Er betonte ferner, dass das atmosphärische System für einen lebhaften Verkehr auf langen Linien viel zu unschmiegsam sei, um den complicirten Anforderungen des Betriebes zu genügen.

Dieser Bericht urtheilt nur über die Einrichtungen der atmosphärischen Bahnen, wie sie damals bestanden, weist jedoch keineswegs auf die eigentliche Quelle des Uebels hin, noch führt er Mittel an zur Verbesserung des Systems.

§ 7. Geschichtliche Entwickelung der atmosphärischen Bahnen. — Die erste Idee einer atmosphärischen Eisenbahn scheint von einem dänischen Ingenieur Medhurst 1810 ausgegangen zu sein; er beabsichtigte Briefe und andere Gegenstände in einer geschlossenen Röhre durch Luftverdünnung zu transportiren, indem er innerhalb der Röhre eine Bahn dachte, auf welcher ein Kolbenwagen lief. Später trat der englische Ingenieur Vallance mit dem Project einer ähnlichen Bahn, aber von grossen Abweichungen auf; sie sollte Personen und Güter von London nach Brighton in einer tunnelartigen Röhre von Gusseisen auf einer innerhalb derselben liegenden Eisenbahn auf ordentlichen Wagen, welche den Treibkolben trugen, transportiren; die Bewegung sollte wieder durch verdünnte Luft bewerkstelligt werden. Es wurden Versuche mit provisorischen Holzröhren von über 2 Meter Durchmesser angestellt, die jedoch misslangen. Seitdem schien diese Idee aufgegeben worden zu sein, bis sie in jüngster Zeit in ganz verwandter Weise in den pneumatischen Bahnen wieder auftauchte und zur Ausführung gelangte. Es ist gewiss merkwürdig, dass die nach den vorhergehenden Untersuchungen einzig richtige Art der Bewegungsübertragung durch atmosphärische Luft an einen Eisenbahnzug die ursprüngliche Idee eines genialen Erfinders gewesen, die durch mangelhafte Ausführung oder durch Hindernisse in der damaligen noch gering entwickelten Technik ohne Erfolg blieb und vergessen wurde über viel unvollkommenere Einrichtungen, die nothwendigerweise wieder zu Grunde gehen mussten, bis eine vorgeschrittenere Zeit berufen scheint, die erste Idee in verbesserter Gestalt wieder ans Licht zu ziehen.

Medhurst verfolgte nach dem ersten erfolglosen Versuche die atmosphärischen Bahnen weiter; er trennte die Treibröhre von dem Zuge, versah dieselbe mit einem Längenschlitze und verband den Treibkolben in der mit verdünnter Luft zu füllenden Röhre durch einen festen Arm mit dem zu bewegenden Bahnzuge. Diese Anordnung forderte nothwendigerweise einige wesentliche Organe. Zunächst musste die Treibröhre an den Enden verschlossen werden und doch dem Zuge erlauben, ohne Widerstand diese Schlussvorrichtung zu überschreiten; ferner musste auch der Längenschlitz der Röhre, trotzdem der starre Verbindungsarm durch dieselbe reichte, mit einem luftdichten Verschluss versehen werden. Medhurst legte den Längenschlitz an den tiefsten Punkt der Röhre, verlängerte die Röhrenwand daselbst gefässartig und füllte den so gebildeten Rand mit Wasser an, durch welche die gekröpfte Verbindungsstange, indem sie in das Wasser eintauchte, hindurch reichte. Man sieht ein, dass diese Lösung der Aufgabe ganz verfehlt war, indem das Wasser nur bei ganz horizontaler Bahn und nur bei Temperaturen über dem Gefrierpunkte den Verschluss herstellen konnte, besonders aber, weil bei dem verminderten Druck der Luft in der Röhre das Wasser sofort in dieselbe emporsteigen musste. Der Erfinder sah diese Unrichtigkeiten auch ein und schlug dann eine andere Anordnung vor, bei der der Längenschlitz oben lag und der Verschluss durch eiserne, an den Seitengelenken bewegliche Klappen hergestellt wurde. Hierbei war es nöthig, den Kolben um ein gewisses Stück vor derjenigen Stelle anzubringen, an welcher die Verbindungsstange sich abzweigte, der Kolben erhielt also einen langen, in der Röhre steckenden Körper, der noch am entgegengesetzten Ende ein Gegengewicht trug, um das Schleifen desselben zu verhüten; an diesen Körper griff die Verbindungsstange an; auch waren mit demselben mehrere Rollen verbunden, die nach und nach die Klappen emporheben mussten, um der Verbindungsstange freien Raum zu gewähren.

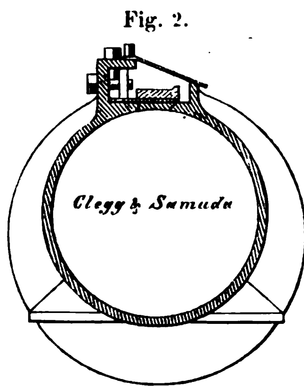
Hiermit war der atmosphärischen Bahn diejenige Anordnung gegeben, welche sie beibehalten hat bis zu ihrer grössten Vervollkommnung, in welcher sie allerdings

den Locomotivbahnen gegenüber sich auch nicht halten konnte. Die meisten Erfindungen und Vorschläge in Bezug auf atmosphärische Bahnen beziehen sich auf Verbesserungen der Längen- und Endverschlüsse, sowie auf die Herstellung des Vacuums. Alle übrigen Vorschläge, die bereits früher kurz erwähnt wurden (cf. § 4), können hier um so mehr ganz übergangen werden, als ihre Unausführbarkeit überhaupt sofort erkannt wird.

Im Jahre 1834 nahm der amerikanische Ingenieur Pinkus ein Patent auf einen Verschluss des Längenschlitzes, welcher durch ein eigenthümlich präparirtes Seil hergestellt werden sollte; zu dem Ende sollte die Röhre an der Seite des Längenschlitzes nach aussen divergirende Verlängerungen tragen, die dem Seile beim Festdrücken eine keilförmige und somit dicht anschliessende Gestalt ertheilten. Durch eine am Kolbenkörper befindliche Rolle sollte das Seil gehoben, durch eine andere am Wagen (Leitwagen) sitzende Rolle wieder festgedrückt werden. Pinkus hat noch eine weitere Construction vorgeschlagen, durch welche der Kolben nur durch eine elastische Platte ohne Verbindungsstange mit dem Wagen verbunden werden sollte. Die Sache ist aber vollkommen unmöglich. Ausserdem hat derselbe Erfinder 1836 eine Construction angegeben, nach welcher die Längenöffnung durch zwei nebeneinander liegende Klappenreihen oder Metallbänder geschlossen wurde; die Röhre sollte dabei einerseits vom Kolben mit verdichteter, andererseits mit verdünnter Luft gefüllt werden. Diese Construction bot aber eine übergrosse Steifigkeit des Verschlusses und führte solchen Kraftverlust herbei, dass man von einem grösseren Versuche abstand; dagegen ist mit dem vorher erwähnten Seilverschlusse ein wenn auch wenig befriedigender Versuch bei London gemacht worden.

Die Ideen und Erfahrungen von Medhurst und Pinkus wurden 1838 von den englischen Ingenieuren Clegg und Samuda wieder aufgenommen und es gelang denselben, den atmosphärischen Bahnen eine practisch ausführbare Form zu geben, welche seitdem ohne bedeutende und wesentliche Abänderung bei allen Bahnen, die überhaupt gebaut worden sind, nachgeahmt wurde (s. Fig. 2). Sie verwendeten die Röhren mit oben liegendem Längenschlitz, führten aber in der Schlussklappe eine wirksame Verbesserung ein, indem sie dieselbe aus einem ununterbrochenen Streifen dicken Leders bildeten, welcher an der einen Langseite durch eine geeignete Klemmvorrichtung gelenkartig befestigt wurde und durch sein eigenes Gewicht wieder zurückfiel. Die Kolbeneinrichtung, die Art des Aufhebens und nachherigen Zudrückens der Längenklappe, waren von den früheren Einrichtungen nicht abweichend. Ausserdem war den Herren Clegg und Samuda die Einrichtung der am Ende der Röhren befindlichen Klappe eigenthümlich. Die Erfindung wurde in Frankreich Ende 1838 durch James Bonfil patentirt und in Chaillot (nach anderen Angaben in Hâvre) probirt und darauf ein Stück atmosphärischer Bahn in der Nähe von London und zwar bei Wormwood-Scrubs als Versuchsstrecke ausgeführt. Obgleich diese Strecke in den Einrichtungen und Apparaten sehr mangelhaft war, so lenkten doch die bedeutenden auf ihr erzielten Resultate die Aufmerksamkeit der Ingenieure auf die atmosphärischen Bahnen und wurden so Veranlassung zur Erbauung der 3 Kilometer langen Strecke von Kingstown-Dalkey in der Verlängerung der Bahn von Dublin nach Kingstown. Diese führte zur Erbauung der atmosphärischen Bahnen von London

Fig. 2.



nach Croydon, ferner von Exeter nach Plymouth (South-Devon-Bahn) und endlich von Nanterre nach St. Germain, mit welcher die Reihe der atmosphärischen Bahnen überhaupt schliesst, welche zwar in anderen Ländern, als in England und Frankreich, auch gründliche Beachtung, doch keine Nachahmung gefunden hatten. Im Jahre 1849 etwa scheinen sämmtliche atmosphärische Bahnen ausser Betrieb gesetzt worden zu sein.

Nachdem Clegg und Samuda mit ihren Constructionen ans Licht getreten waren und sich dieselben hatten patentiren lassen, haben sich viele Ingenieure noch mit Verbesserungen an den atmosphärischen Bahnen beschäftigt. Es wird anerkannt, dass namentlich mehrere neuere Vorschläge für den Verschluss des Längenschlitzes an den Treibröhren wirkliche Verbesserungen des Clegg'schen Systems darstellten, dass jedoch Patentrechte verhinderten, dieselben bei bestehenden Bahnen einzuführen.

Hallette von Arras nahm 1844 ein Patent auf einen Längenverschluss, welcher aus zwei längs der oberen Schlitzöffnung liegenden elastischen Schläuchen aus weichem luftdichtem Gewebe bestand. Die Schläuche lagerten in entsprechenden Rinnen und wurden mit verdichteter Luft gefüllt, wodurch sie sich sowohl an die Wände, als gegeneinander dicht pressten und die äussere Luft abschlossen. Geeignete zugeschärfte Form der Verbindungsstange des Kolbens mit dem Wagen öffnete diesen lippenartigen Verschluss. Man tadelte an dieser Erfindung die rasche Abnutzung der Schläuche beim Durchstreichen der Verbindungsstange, sowie die (bei einer Versuchsstrecke auch eingetretene) Möglichkeit, dass bei grösserem Grade der Verdünnung die Schläuche in das Innere der Treibröhre schlüpfen konnten. Jedenfalls ist auch die durchaus nöthige Luftdichtigkeit der Schläuche, sowie der Apparat zum fortwährenden Aufblasen der genannten Schläuche Veranlassung, die Hallette'sche Einrichtung gegenüber der Clegg'schen unbequem und kostspielig zu machen. (Siehe Fig. 3.)

Fig. 3.

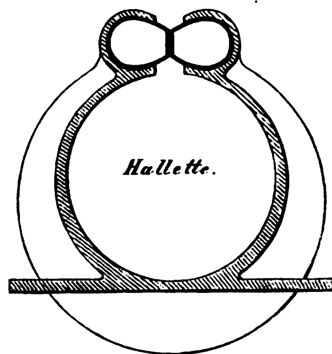
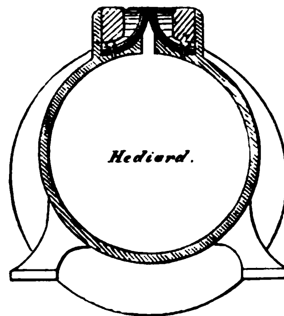


Fig. 4.



Talbot und nach ihm Hediard (1844) projectirten einen Röhrenverschluss durch zwei elastische Stahlstreifen. Des letzteren Erfinders Construction scheint einfacher und wirksamer zu sein, als die des ersteren. Hediard's Längenverschluss (s. Fig. 4) bestand im Wesentlichen aus zwei sehr dünnen, nach einem Kreisbogen gekrümmten Stahlblättern von etwa 11—12 Centimeter Breite und von der ganzen Länge der Treibröhre. Sie berührten sich gegenseitig mit ihren convexen Seiten und waren an der unteren Seite durch Schrauben mit dem Gusseisenkörper der Treibröhre verbunden. Ausserdem war die Luftdichtigkeit durch einen Fettüberguss, welcher die unteren Ränder der Stahlblätter bedeckte, vermehrt. Dieses System wurde auf einer

kleinen Versuchsstrecke bei St. Ouen bei Paris probirt. Es drang viel Luft durch die Längenöffnung ein, selbst nachdem die Anlageflächen der Stahlblätter mit Filzstreifen versehen worden waren, auch wurde bei geringer Verdünnung der inneren Luft ein Aufklappen der Stahlblätter beobachtet. Es scheint jedoch, als wenn dem Hediard'schen Verschlusse leicht eine grössere Vervollkommnung ertheilt werden könnte, die demselben selbst vor der Clegg'schen Lederklappe einen Vorzug einräumen dürfte. Bodmer's System ist dem Hediard's sehr ähnlich.

Arnollet (1844) wollte zur Vermeidung der grossen Pumpmaschinen in kürzeren Zwischenräumen an der Bahn grosse Behälter aufstellen, aus denen von kleineren Maschinen dauernd die Luft ausgepumpt werden sollte und die durch geeignete Ventile mit der Treibröhre in Verbindung zu setzen wären. Die zu Grunde liegende Idee hat etwas Bestechliches; die Ausführung scheiterte aber an der Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Herstellung so grosser luftdichter Gefässe; ausserdem ist es einleuchtend, dass die Luftverdünnung in diesen Gefässen grösser gehalten werden müsste, als die in der Treibröhre, dass also die Arbeitsleistung der kleineren Maschinen wieder unnöthigerweise wachsen würde.

Zambaux verfolgte eine ähnliche Absicht. Er legte längs der Treibröhre eine geschlossene zweite Röhre, aus welcher die Luft stetig ausgepumpt werden sollte; etwa jede 500 Meter sollte die mit einem Schlitz versehene Treibröhre durch Schieber abgeschlossen werden, dafür aber vermittelst Zweigröhren und Ventilen in Verbindung mit der zweiten Röhre treten. Schieber und Ventil konnten durch den Wagenzug selbstthätig oder auch durch Bahnwärter bewegt werden. Die zweite Röhre, welche leicht

Fig. 5.

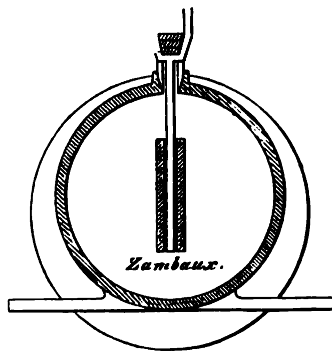
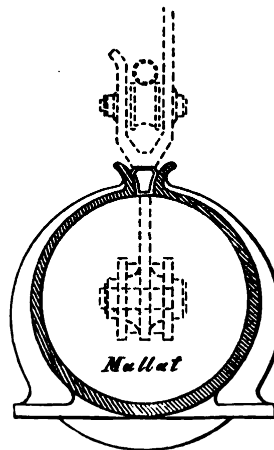


Fig. 6.



vollkommen dicht gehalten werden kann, dient hier als Behälter; die Pumpmaschine kann daher kleiner sein, als bei der gewöhnlichen Anordnung, nach welcher die Treibröhre unmittelbar ausgepumpt wird, und der Kraftverlust wird ausserdem geringer, weil die Länge der geschlitzten und mit verdünnter Luft gefüllten Röhre nur klein ist. Die Zambaux'sche Construction wird sich leicht für hin- und hergehende Züge einrichten lassen, auch können zwei atmosphärische Gleise nebeneinander durch ein und dieselbe Zwischenröhre gespeist werden.

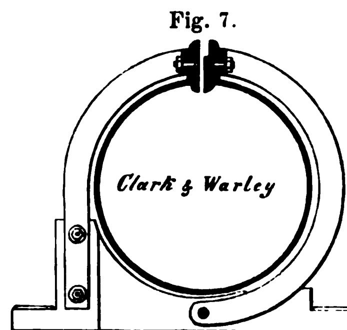
So vortheilhaft diese Anordnung auf den ersten Blick erscheint, so schwierig dürfte die Ausführung werden, weil der ganze Apparat aus einer ausserordentlich

grossen Menge einzelner Maschinentheile (Hebel, Drahtzüge, Ventile, Klappen, Luftröhren etc.) besteht, die alle fortdauernd in gutem Zustande erhalten werden müssen, wenn überhaupt der Betrieb nicht gestört werden soll. Die ganze Anlage ist sicherlich kostspieliger, als die Clegg'sche Bahn und es ist dabei noch sehr fraglich, ob schliesslich nicht der Arbeitsverlust bei der grossen Menge von Ventilen und Klappen noch grösser sein wird, als bei dieser. Zambaux hat ausserdem auch für den Verschluss der Treibröhre (s. Fig. 5) eine neue Construction angegeben, die sehr an das Pinkus'sche Seilventil erinnert und aus einem dicken Lederstrang besteht von keilförmiger Gestalt, unten schmäler als oben, welcher sich in eine entsprechende Rinne einlegt und, beim Durchlaufen einer hakenförmig gebogenen Verbindungsstange des Treibkolbens mit dem Wagen, von dieser gehoben wird. Eine Verbesserung ist hierin kaum zu sehen, da durch die erzeugte gleitende Reibung eine rasche Abnutzung des Riemens unausbleiblich sein dürfte.

Aehnlich verfährt auch Mallat (Mallet) mit einem Verschlusse des Längenschlitzes (s. Fig. 6), welcher aus einem wasserdichten, biegsamen, mit Wasser gefüllten Schlauche besteht, der durch eine gabelförmige, mit einer Rolle versehenen Verbindungsstange gehoben werden sollte. Auch trat Mallat mit den Vorschlägen auf, Luftbehälter, die entweder durch Pumpen oder durch Dampfcondensation entleert werden sollten, mit der Treibröhre nach und nach in Verbindung zu setzen.

In Deutschland ist es vorzugsweise Crelle, welcher sich mit der Frage der atmosphärischen Bahnen beschäftigte [5]; derselbe schlug ebenfalls die Anwendung von auszupumpenden Behältern vor, welche nach und nach mit der Treibröhre in Verbindung zu setzen wären; auch gab derselbe einen eigenthümlichen Verschluss des Längenschlitzes der Treibröhren an, welcher aus einer Reihe von Klappen (aus Eisen und Leder) bestand und durch zwei elastische Luftschläuche, ähnlich wie bei dem Hallett'schen System, gedichtet wurde. Diesem Verfahren lässt sich mit Recht der Vorwurf einer zu grossen Complicirtheit machen. Besonders aber betont Crelle die Vorzüge der Luftlocomotiven, welche zuerst, etwa 1816 schon, durch von Baader in München angeregt und 1833 von Henschel in Cassel in einer besonderen Schrift behandelt wurden und welche durch Andraud an der Paris-Versailler Bahn (linkes Ufer) 1844 ausgeführt worden sind. Unsere Ansicht über die Bedeutung der Luftlocomotiven ist vorher bereits ausgesprochen worden. Von der grossen Menge patentirter Erfindungen, betreffend Verbesserungen an atmosphärischen Eisenbahnen, glauben wir noch besonders Clark und Warley's (1846) sogenannte resilient atmospheric railway (rückspringende, d. h. elastische Eisenbahn) hervorheben zu müssen (s. Fig. 7). Diese Ingenieure wendeten schmiedeeiserne, oben gespaltene Röhren an, die selbst elastisch durch eine entsprechende Verbreiterung am oberen Ende den luftdichten Schluss, also ohne besonderes Ventil, bilden und zugleich der Verbindungsstange einen ungehinderten Durchgang erlauben. Die Röhre ruht nicht, sondern hängt vermittelst einiger runder Bügel und eines gusseisernen Stuhles, so dass sie sich der Unregelmässigkeit der Kolbenbewegung leicht anschliessen kann. Die etwa

Fig. 7.



[5] Dr. Crelle, Geh. Ob.-Baurath, über die sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen, sowie über verschiedene andere Arten, die Spannkraft der atmosphärischen Luft als bewegende Kraft auf Eisenbahnen zu benutzen. Berlin bei Reimer 1846.

6 Millimeter starken Röhren sind an der Längenspalte mit eisernen Flachschienen eingefasst, die ihrerseits eine Dichtungsmasse tragen. Zwei Paar Rollen, welche mit dem Wagen zusammenhängen, fassen die Ränder der Röhren und biegen diese so weit auseinander, um der Verbindungsstange mit dem Kolben freien Durchgang zu lassen. Der Kolben selbst bewegt sich in der Röhre so weit vorher an einer Stelle, welche noch vollständig geschlossen ist; die Elasticität der Röhre schliesst die Fuge alsbald nach dem Durchgang des Zuges wieder zu.

Mit den eben beschriebenen Röhren wurde auf der Station Poplar der London-Blackwall Eisenbahn, welche damals noch mittelst Seile und stehender Maschinen betrieben wurde, eine kurze Versuchsbahn ausgeführt, die in hohem Maasse die Ansprüche der Techniker befriedigte. Man bewunderte die sehr grosse Dichtigkeit der 38 Centimeter weiten Röhren, sowie die geringe Reibung des Kolbens und der übrigen Apparate, welche einen Wagen von 3 Tonnen bei einem Vacuum von 6 Millimeter in Bewegung setzten, und dass bei stillstehender Maschine die verdünnte Luft sich zwei Stunden lang in den Röhren erhielt. Es scheint unzweifelhaft zu sein, dass diese elastischen Röhren bedeutende Vorzüge vor der Clegg'schen und Samuda'schen Bahn besitzen; die ganze Anordnung ist viel einfacher und kaum der Abnutzung ausgesetzt; die Dichtung erwies sich sogar nach einigem Gebrauche vorzüglicher, als zu Anfang. Trotzdem ist das System von Clark und Warley nicht zu einem wirklichen Bahnbetrieb verwendet worden, offenbar weil es erst zu einer Zeit auftauchte, in welcher bereits der Stab über die atmosphärischen Bahnen überhaupt gebrochen war.

§ 8. Kurze Beschreibung der atmosphärischen Eisenbahnen. —

1. Die Bahn von Kingstown nach Dalkey in Irland[6]) bildete die Fortsetzung der Locomotiveisenbahn von Dublin nach Kingstown und war die erste atmosphärische Bahn, welche im Anschlusse an die Versuche bei Wormwood-Scrubs nach dem Systeme von Clegg und Samuda ausgeführt wurde. Zwischen den Wagen der atmosphärischen und der Locomotiv-Bahn bestand kein directer Verkehr; die Reisenden mussten übersteigen. Die ganze Länge der atmosphärischen Bahn von der Ausmündung in die Dublin-Kingstowner Bahn bis Dalkey betrug 2740^m; das Längengefälle derselben war sehr verschieden, von Kingstown aus fallend (260^m lang) $\frac{1}{227}$, dann steigend im Verhältnisse von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{218}$, zuletzt aber $\frac{1}{57}$. Im Ganzen stieg die Bahn um $21^m,6$. Die Bahn, welche meist in Einschnitten lag und scharfe Krümmungen bis herab zu 174^m Radius zeigte, war auf gewöhnliche Weise mit Stuhlschienen construirt und bot keine sonstigen Eigenthümlichkeiten dar. Die Treibröhre hatte eine Länge von 2175^m, lag in der Mitte des Gleises und war mit einem Längenschlitze und der Clegg'schen Lederklappe versehen; ihr Durchmesser betrug $0^m,38$; sie bestand aus Gusseisen von etwa $0^m,017$ Dicke und war aus einzelnen Längen von etwa 3^m mittelst Muffen zusammengesetzt, deren Zwischenräume mittelst Hanfzöpfe und Unschlitt und Wachs gedichtet wurden. Die Röhren waren ohne Schlitz gegossen und wurden nachher durchgehobelt, ebenso wie an der Auflagerfläche der Lederklappe auf der Hobelmaschine geebnet und ihnen daselbst die genaue Gestalt gegeben. Im Innern war die Röhre nicht weiter bearbeitet, die rauhe Gusshaut aber mit einer starken Lage Unschlitt bedeckt.

An den Enden befanden sich Klappen von verschiedener Construction; etwa 9^m vom unteren Ende derselben (also bei Kingstown) eine Eintrittsklappe, welche sich erst öffnete, nachdem der Kolben bereits in das Rohr eingetreten war und daher

---

[6]) Siehe Schmid, a. a. O. p. 340 ff.

den Eintritt der äusseren Atmosphäre absperrte; am oberen Ende eine Austrittsklappe, welche sich nach Aussen öffnete, wenn vor dem anrückenden Kolben die innere Luft dichter wurde, als die äussere. Das Saugrohr, also die Verbindungsröhre der Luftpumpe mit der Treibröhre, von gleichem Durchmesser wie Letztere, traf dieselbe etwa 15^m vor dem oberen Ende und wurde dort durch ein Ventil geschlossen, um die Treibröhre als Luftreservoir für verdünnte Luft benutzen zu können, sowie um die Luft in der Treibröhre rasch einen hohen Grad der Verdünnung annehmen zu lassen, wenn der Zug das untere Eingangsventil überschritten hatte. Man erreichte dadurch den Vortheil, dass die Längenklappe sogleich eine bedeutende Pressung und daher Dichtung erfuhr. Das Saugrohr war durch örtliche Umstände ganz übermässig lang geworden, nämlich 437^m. Obgleich vollständig geschlossen, so entstand nach Versuchen von Stephenson in demselben doch ein ganz ausserordentlich grosser Luftverlust, was offenbar nur durch eine mangelhafte Dichtung der Verbindungsstellen erklärt werden kann. Die Dampfmaschine war eine Hochdruckmaschine mit Expansion und Condensation, die Luftpumpe war doppelt wirkend und bestand aus nur einem Cylinder; Dampf- und Pumpenkolben hingen durch eine Schwungradwelle in solcher Weise unmittelbar zusammen, dass beide denselben Hub und Geschwindigkeit hatten. Der Durchmesser des Dampfcylinders maass 0^m,86 (2′ 10″), der des Luftcylinders 1^m,70 (5′ 7″); der gemeinschaftliche Hub 1^m,67 (5′ 6″). Die Kessel hatten innere Feuerungen.

Der Treibkolben bestand aus 4 Holzkörpern, von denen je zwei durch einen Lederring (Manchette) umschlossen waren; es war also ein Doppelkolben, aufgesteckt auf einen gemeinschaftlichen Kolbenkörper, an welchen auch die sehr starke Verbindungsstange desselben mit den Wagen angriff. An demselben Kolbenkörper sassen ferner 4 Scheiben aus Gusseisen, zur Hebung der Längenklappe, sowie ein Gegengewicht, um den Schwerpunkt des ganzen Kolbens senkrecht unter die Verbindungsstange zu bringen. Ausserhalb der Röhre hinter dem Kolben war eine Rolle angebracht, welche die Längenklappe wieder ausdrückte, sowie ein durch Kohlenfeuer erwärmtes langes Bügeleisen, welches die Verdichtungsmasse, mit welcher die Lederklappe reichlich geschmiert und umgeben war, wieder fest strich. Der ganze Apparat war an einem besondern Rahmen befestigt, der ohne Vermittelung von Federn mit den Achsen der Räderpaare eines Wagens, des Leitwagens, zusammenhing. Der Oberkasten des Leitwagens, welcher das Fahrpersonal aufnahm, war als Personenwagen 3. Classe ausgebildet und ruhte auf Federn gewöhnlicher Art. Der Leitwagen war mit kräftiger Bremse versehen.

Die Bahn Kingstown-Dalkey wurde durch die Treibröhre nur bergauf, also nur nach einer Richtung betrieben; bergab lief der Zug durch die Schwere und wurde in seiner Geschwindigkeit durch die Bremsen regulirt. Bei dieser Rückfahrt blieb der Kolben nicht in der Röhre, sondern wurde durch ein Hebelwerk seitwärts gebogen; desgleichen wurde das Bügeleisen und die Druckrolle emporgehoben, so dass der Zug vollständig frei von der Treibröhre lief.

Diese Bahn wurde am 29. März 1844 in Betrieb gesetzt, und es fuhren jede $^1/_2$ Stunde nach beiden Richtungen Züge, im Sommer von 5—6 Wagen, im Winter von 3—4 Wagen. Die Luftverdünnung war im Sommer 0^m,43 = 17″, im Winter 0^m,25 Quecksilber (d. h. die Differenz gegen den äusseren Luftdruck) oder was dasselbe sagt, die Spannung in der Treibröhre betrug 0,43 beziehentlich 0,67 Atmosphären. Zur Erkennung dieser Spannung waren an verschiedenen Punkten der Bahn Barometer angebracht, an der Dampfmaschine, am Abschlussventil der Saugröhre, endlich im Leitwagen selbst, wo ein dünnes Röhrchen den Treibkolben durchbrach und mittelst eines kleinen Gummischlauches längs der Verbindungsstange des Kolbens in das Innere

des Wagens geführt wurde. Das Maass der zur Bergfahrt nöthigen Luftverdünnung richtete sich nach dem Gewichte des Zuges. Der Bahnwärter am Abschlussventil öffnete Letzteres, sobald der erforderliche Barometerstand eingetreten war, die Pumpmaschine arbeitete unabhängig vom Luftdruck mit gleichmässiger Geschwindigkeit (22 bis 23 Umdrehungen in der Minute) bis zum Augenblicke, in welchem der Zug die Einmündungsstelle des Saugrohres in die Treibröhre überschritt. Es schloss sich dann durch einen selbstthätigen Hebelapparat das Abschlussventil, worauf die Spannung in der Saugröhre schnell wuchs. Der Maschinist an der Pumpmaschine ersah dieses sofort an seinem Barometer und stellte die Maschine still. An Betriebspersonal war vorhanden: 2 Maschinisten, 2 Heizer, 2 Gehülfen, abwechselnd im Dienste an der Dampfmaschine, 1 Arbeiter an der Eintrittsklappe, 1 desgl. an der Austrittsklappe und dem Absperrventil, 3 Arbeiter längs der Bahn vertheilt, 1 Schaffner im Leitwagen, 2 desgl. im übrigen Zuge.

Der Zug setzte sich in Bewegung, nachdem die Dampfmaschine 20 Secunden gearbeitet und eine Luftverdünnung von $0^m,125$ Quecksilberhöhe erzeugt hatte, welche aber während der Fahrt bis auf $0^m,25$ stieg. Der ganze Weg von Kingstown nach Dalkey wurde in 4 Minuten 33 Secunden zurückgelegt, bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $\frac{2740}{273} = 10^m$ in der Secunde. Die Geschwindigkeit war jedoch keine gleichförmige, sondern wuchs am Ende der Bahn bis zu etwa 15^m und musste kurz vor Dalkey mit der Bremse ermässigt werden. Die Maschine arbeitete nur während 3 Minuten 30 Secunden und machte 106 Doppelhübe. Die Rückfahrt von Dalkey nach Kingstown dauerte durchschnittlich 6 Minuten.

Diese Angaben beziehen sich auf einen Zug, welcher ausser dem Leitwagen noch aus 2 Personenwagen bestand und im Ganzen $9^1/_2$ Tonnen wog.

Nach Ausweis des Geschäftsberichtes der Bahn vom 29. März 1844 betrugen die Betriebs- und Unterhaltungskosten für die Zugmeile (engl.) 18,7 Pence (2 Thlr. 13 Sgr. 2 Pf. pro deutsche Meile).

Im Jahre 1846 gab die Dalkey-Bahn einen Minusertrag von 307 Liv. St., während die Dubliner Bahn 16% Nutzen trug; die Betriebskosten betrugen 24 Pence für die englische Zugmeile für die atmosphärische Bahnstrecke, gegen 8,75 Pence für die Locomotivbahn.[7]

2. Die atmosphärische Eisenbahn von London-Croydon und Epsom (siehe die Zeichnungen auf Tafel LVIII). Die Bahn hat 14482^m Länge, von denen 1810^m in einem Gefälle von $\frac{1}{1320}$ liegen, dann folgen 4827^m im Gefälle von $\frac{1}{100}$, während der Rest horizontal ist (Armengaud a. a. O. p. 151). Andere Angaben weichen hiervon ab, indem nur von einem Betriebe zwischen Foresthill-Croydon (5 Miles = 8045^m) gesprochen wird. Der Oberbau war ein gewöhnlicher mit Stuhlschienen und Holzschwellen; die Treibröhre hatte 38 Centimeter Durchmesser; auf den Stationen Foresthill, Norwood und Croydon befanden sich die Dampfmaschinen; jede Station hatte deren 2 von je 50 Pferdekraft, von denen jede eine Luftpumpe trieb. Die Maschinen waren Balanciermaschinen, arbeiteten mit 40 Pfd. engl., auf den □Zoll engl. ($2^k,81$ pro □Centimeter) Ueberdruck und mit starker Expansion, die von $^1/_6$ bis $^1/_2$ Füllung veränderlich war. Die Hauptabmessungen der Maschine waren:

Durchmesser der Dampfcylinder	$1^m,016 = 40''$
Durchmesser der Luftpumpencylinder . .	$1^m,447 = 57''$
Gemeinsamer Hub	$1^m,22 = 4'$.

Das Schwungrad machte 30 Umdrehungen in der Minute.

[7]) Eisenbahnzeitung 1846, p. 155.

Der Ingenieur der Bahn, Sir William Cubitt, rechnete bei einem Zuge von 60 Tonnen auf eine Geschwindigkeit von 30 Meilen engl. in der Stunde, oder $13^m,4$ in der Secunde; Samuda hoffte auf eine Geschwindigkeit von $22^m,3$ in der Sec. (50 Meilen) bei einem Zuge von 50 Tonnen. Nach einer in der Eisenbahnzeitung von 1846, p. 421 veröffentlichten Mittheilung bestanden die Züge aus 8—9 Wagen, deren Gewicht nicht weiter angegeben ist, aber etwa auf 27 Tonnen angenommen werden kann; sie fuhren mit einer Geschwindigkeit von 18^m in der Sec. (40 Miles); mit leichteren Zügen von 3—4 Wagen wurde eine Geschwindigkeit von 27^m in der Sec. (60 Miles) erzielt.

Die Züge liefen zwischen London und Croydon jede Stunde und brauchten auf 5 Miles atmosphärischer Bahn, nebst dem Aufenthalte an 5 Stationen, 20 Minuten Zeit. An gewissen Stunden Vor- und Nachmittags wurden noch directe Zwischenzüge eingeschaltet, die denselben Weg in 7—8 Minuten zurücklegten. Jeder Zug hatte nur eine Bremse, mit welcher auf den Stationen angehalten wurde.

Der Betrieb der Bahn erlitt vielfache Störungen durch fehlerhafte Klappen, Ventile, durch Schäden an den Dampfmaschinen etc., so dass oft zum Locomotivbetrieb gegriffen werden musste.

Im Jahre 1847 beschloss die Direction der London-Croydon-Bahn den projectirten Weiterbau der atmosphärischen Strecke bis Epsom nicht zu unternehmen. Es entwickelte sich aus diesem Beschluss ein Process mit Samuda, welcher, wie es scheint, gewisse Rechte über die weitere Verwendung seines Systems erworben hatte.

Die Croydoner Bahn wurde der Kingstown-Dalkey-Bahn im Wesentlichen nachgebaut; man bemühte sich jedoch, in den Einzelheiten vollkommenere Constructionen einzuführen, namentlich in den Eintrittsklappen, der Längenklappe und dem Treibkolben. Nach mehrfachen missglückten Versuchen scheint dies auch gelungen zu sein; besonders ist die Anbringung eines vom Leitwagen aus beweglichen Ventiles im Treibkolben, durch welches nach Willkür an jedem Punkt der Bahn die Treibkraft aufgehoben werden konnte, wenn die Luft durch den Kolben circulirte, als Verbesserung zu betrachten. Da die Croydon-Bahn, im Gegensatze zu der Dalkey-Bahn, nur geringe Steigungen bietet, so musste der atmosphärische Betrieb nach beiden Richtungen vor sich gehen. Dies ist dadurch geschehen, dass die Kolben mit ihren Röhrchen, Verbindungsstangen etc. auf das entgegengesetzte Ende des Kolbenkörpers aufgesteckt und verschraubt wurden. Vielleicht wäre ein vollständiges Umdrehen des ganzen Leitwagens noch einfacher gewesen. Zum bequemeren Stillhalten und wieder Ingangsetzen der Züge lagen die Stationen etwas höher, als die benachbarten Bahnstrecken und waren vermittelst geneigter Ebenen zu beiden Seiten mit ihnen verbunden.

Im Jahre 1848 wurde der atmosphärische Betrieb auf dieser Bahn aufgegeben und ein Locomotivbetrieb dafür hergestellt.

3. Die atmosphärische Bahn von Exeter nach Plymouth (South-Devon-Bahn.)[8]) Die South-Devon-Bahn hat eine Länge von 20 Miles und bildet eine eingleisige Eisenbahn von der grossen Spurweite von 7′ engl. der Great-Western-Bahn; sie wurde in dem Jahre 1846—48 durch Brunel erbaut. Sie war bestimmt, in ihrer ganzen Länge als atmosphärische Bahn eingerichtet zu werden; es scheint jedoch nicht, als wenn der atmosphärische Betrieb jemals über die ganze Länge aus-

---

8) Armengaud a. a. O. p. 151 und 191; ferner Eisenbahnzeitung 1846, 47, 48.

gedehnt worden wäre. Jedenfalls ist die 8 Miles lange Strecke von Exeter nach Newton als atmosphärische Bahn benutzt worden. Die Treibröhre hatte 38 Centimeter Durchmesser; die Bahn, welche sich dicht am Meeresstrande hinzieht, ist fast ganz horizontal; jenseits Newton hat die Treibröhre 56 Centimeter Durchmesser, indem die Bahn von Newton nach Totness ($3^1/_4$ Miles) eine Steigung von $\frac{1}{50}$ annimmt. Es bestehen 4 Stationen zwischen Exeter und Totness, nämlich Starcross, Dawlish, Teignmouth, Newton; jede Station besass eine stehende Maschine. Ausserdem waren 3 Zwischenmaschinen eingeschaltet, so dass die atmosphärische Bahn in Abtheilungen von 4827^m (3 Miles) getrennt erschien. Die nach verschiedenen Systemen construirten Maschinen waren jedoch nach einem und demselben Hauptprogramm gefertigt. Sie arbeiteten direct, d. h. die Anzahl der Kolbenhübe der Dampfmaschine und der Pumpe war dieselbe. Auf jeder Station waren 2 Maschinen, von denen jede einen Dampf- und einen Luftcylinder besass, und zwar hatte

der Dampfcylinder einen Durchmesser von 32 Zoll = $0^m,81$
der Luftpumpencylinder - - 44 - = $1^m,11$ (nach andern Angaben 51 Zoll)
Gemeinsamer Kolbenhub - - 6 Fuss = $1^m,83$
Spannung des Dampfes im Kessel 40 Pfd. pro □Zoll = $2^k,91$ pro □Centimeter;
Anzahl der Doppelhübe in der Minute = 24.

Die Maschinen arbeiteten mit variabler Expansion ($^1/_6$ bis $^1/_2$ Füllung) und mit Condensation. Die Luftpumpe des Condensators, die Kesselspeisepumpe und die Trommel zur Bewegung der Züge auf den Stationen mittelst Seilzüge wurden durch eine besondere 20pferdige Dampfmaschine getrieben.

Im Wesentlichen war die Einrichtung der Treibröhre und des Kolbens den vorgenannten Bahnen nachgebildet; man benutzte die Clegg-Samuda'sche Lederklappe. Die Luftlässigkeit der Röhre veranlasste ein Sinken des Quecksilbermanometers um 5 Centimeter (2 Zoll) in der Minute. Auf jeder Station war die Treibröhre unterbrochen, und der Zug konnte durch Ausweichgleise mit anderen Zügen kreuzen. Damit nun der Kolben, welcher am Leitwagen hing, über die Schienen der Weichen wegfahren konnte, war wieder ein Hebelmechanismus angebracht, um denselben um das erforderliche Maass zu heben, ohne genöthigt zu sein, einzelne Schienenstücke der Bahn fortzunehmen. Selbstthätige Eintritt- und Austrittventile, ähnlich wie bei der Croydonbahn, begrenzten die Treibröhren.

Während des atmosphärischen Betriebes der South-Devon-Bahn im Jahre 1847 gingen täglich 3—4 Personenzüge und 1 Güterzug nach beiden Richtungen mit 49 Kil. pro Stunde: es kamen aber sehr häufig lästige Unterbrechungen vor, die stets wieder den Locomotivbetrieb nöthig machten. Obgleich die Eisenbahngesellschaft die Aufrechterhaltung des atmosphärischen Betriebes fast als Ehrensache betrachtete, so gewann sie doch die Einsicht, dass derselbe in vieler Hinsicht dem Locomotivbetrieb nachstehen musste. Der am 30. August 1848 gehaltenen Generalversammlung wurde die Mittheilung gemacht, dass der atmosphärische Betrieb den Erwartungen nicht entsprochen und namentlich einen Kosten-Aufwand herbeigeführt habe, der jenen der Locomotivbahnen bei Weitem übersteige. Die Direction hatte durch eine Commission die gründliche Untersuchung der Sachlage angeordnet und war zu der Ueberzeugung gekommen, dass überhaupt der atmosphärische Betrieb aufzugeben und der Locomotivbetrieb einzurichten sei. Es war durch die verunglückte Anlage der Bahn ein Schaden von 400000 Pfd. St. erwachsen und ausserdem noch der Linie manche Eigenthümlichkeit ertheilt, die sie zum Locomotivbetrieb weniger tauglich machte.

4. Die atmosphärische Bahn von Nanterre nach St. Germain.[9]) (Siehe die Zeichnungen auf Tafel LVIII.) Vor dem Jahre 1847 bestand bereits eine Locomotivbahn von Paris nach St. Germain en Laye, welche jedoch vor dem auf einer Anhöhe am linken Seineufer liegenden Schlosse endigte. Um den hierdurch erwachsenden grossen Unzuträglichkeiten auf der sehr frequenten Bahn abzuhelfen und die Reisenden wirklich in St. Germain, dem Reiseziel, abzusetzen, wurde das bereits in England auf mehreren Linien zur Ausführung gelangte Princip der atmosphärischen Bahn, namentlich zur Ueberwindung der schroffen Ersteigung des Schlossberges, angenommen und der Eisenbahngesellschaft vom Staate eine Unterstützung von 800000 Frcs., sowie von der Stadt St. Germain eine solche von 200000 Frcs. bewilligt, wogegen sie sich verpflichtete, von Nanterre bis St. Germain eine atmosphärische Bahn zu erbauen.

Nanterre liegt von St. Germain 8573^{m} entfernt. Die ersten 5213^{m} umfassen eine im Wesentlichen horizontale Strecke der alten Bahn, die letzten 3360^{m}, von der Station im Walde von Vesinet ausgehend, bilden aber eine neue, stark ansteigende Zweigbahn, welche in einem Bahnhofe am Schlossplatze zu St Germain endigt. Die Bahn beginnt mit einer Steigung von 0,0014 und endigt mit einer Steigung von 0,035 in solcher Art, dass sie ein Stück einer verticalen Parabel bildet, wenn die Curven in gerade Linien ausgestreckt würden. Die Gesammtsteigung beträgt 51^{m}. Flachat, der Erbauer der Bahn, beabsichtigte durch diese Einrichtung die Bewegung des Zuges gleichförmig zu erhalten, indem die aus der Undichtigkeit der Röhre erwachsenden Arbeitsverluste um so geringer werden müssen, je kürzer die auszupumpende Treibröhre ist, also je näher der oben liegenden Station sich der Zug befindet. Die Bahn enthält mehrere flache Curven von etwa 1000^{m} Radius, aber kurz vor St. Germain eine solche von 400^{m} Radius; die Seine wird mittelst einer steigenden Brücke überschritten.

Auf den Stationen Nanterre, Chatou und St. Germain standen Dampfmaschinen; in Nanterre und Chatou je ein Paar Maschinen, jede einzeln von mehr als 200 Pferdekräften, in St. Germain zwei Paar Maschinen, jede einzeln ebenfalls von mehr als 200 Pferdekräften.

Man beabsichtigte, die Bahn mit Zügen bis zu 55 Tonnen Gewicht bei einer Geschwindigkeit von 16^{m} in der Secunde zu befahren. Hierdurch entstand, bei den sehr verschiedenen Gefällverhältnissen der Bahn, die Nothwendigkeit, auch den pneumatischen Apparat in den verschiedenen Strecken verschieden zu gestalten. Man versah die ebene Strecke mit Treibröhren von 0^{m},38 Durchmesser, die steile Strecke hingegen mit solchen von 0^{m},63 Durchmesser und setzte die Spannung der Luft im Innern der Treibröhre auf $^{1}/_{3}$ Atmosphäre fest. Im Uebrigen wurde der ganze pneumatische Apparat nach dem Clegg und Samuda'schen Systeme und nach den Vorbildern ähnlicher Bahnen Englands ausgeführt. Die Dampfmaschinen arbeiteten mit einer absoluten Spannung der Dämpfe von 6 Atmosphären und einer variablen Expansion; sie hatten Condensatoren; die Geschwindigkeit des Dampfkolbens war 2^{m}, die des Luftpumpenkolbens dagegen nur 0^{m},40 in der Secunde. Die Anordnung war der Art, dass 2 Dampfcylinder horizontal gelagert an eine gemeinsame Schwungradwelle griffen, von welcher mittelst Getriebe die Bewegung an ein grosses Zahnrad von 10^{m} Durchmesser abgegeben wurde; an der Achse dieses Rades sassen 2 um 90° versetzte Krummzapfen, welche 2 Luftpumpen trieben. Der Durchmesser der

[9]) Armengaud a. a. O. p. 145 ff., Förster's Bauzeitung 1847, p. 386.

Dampfcylinder mass $0^m,80$, und der der Luftpumpencylinder $2^m,53$; der Hub war in beiden Fällen 2^m.

Ausser diesen grossen Maschinen war jede Station noch mit einer kleinen Dampfmaschine versehen, vermittelst welcher die Herbeischaffung des Condensationswassers und der Betrieb des Condensationsapparates überhaupt, das Speisen der Dampfkessel, ferner die Bewegung eines Ventilators, um in kurzer Zeit das Feuer unter den Kesseln kräftig anzufachen, endlich noch die Bewegung von Seiltrommeln zum Stationsdienst ausgeführt wurde.

Die Constructionseinzelheiten, sowie die ganzen Betriebseinrichtungen der St. Germain-Bahn waren musterhaft, und der Betrieb erlitt seit seiner Eröffnung (dem 14. April 1847) bis zu seiner Einstellung überhaupt keine wesentliche Störung, noch war ein Unglück bei demselben zu beklagen. Man fuhr mit einer Geschwindigkeit von 32—64 Kilom. pro Stunde = $9-18^m$ in der Secunde, je nach der Schwere der Züge.

Trotzdem existirt schon seit langer Zeit auch diese Bahn als atmosphärische Bahn nicht mehr. Bereits im Jahre 1848 wurde die Eisenbahngesellschaft von der Verpflichtung, den atmosphärischen Betrieb bis Nanterre zu eröffnen, entbunden, obgleich sämmtliche Maschinen und Einrichtungen bereits hergestellt waren. Man erkannte schon damals, dass für eine Bahn in der Ebene der atmosphärische Betrieb mit dem Locomotivbetrieb mit irgend welcher Aussicht auf Erfolg nicht wetteifern konnte. Man glaubte damals noch an die Lebensfähigkeit jener Bahnen für die Befahrung stark geneigter Strecken. Aber auch diese Ansicht hat sich mit der Zeit gänzlich geändert. Flachat selbst glaubte zuletzt noch an eine grosse Bedeutung der atmosphärischen Bahnen, wenn solche, in Verbindung mit Dampflocomotiven, zur Ersteigung steiler Gebirgsabhänge benutzt würden.

Die St. Germain-Bahn hat bis zum Jahre 1848 6592609 Frcs. gekostet (siehe Eisenb.-Zeitung 1848).

Nach Angaben in dem Annuaire des Chemins de fer, welche in Armengaud 1848 publ. industr. p. 190 wiederholt sind, wog die Treibröhre von $0^m,63$ Durchmesser 500 Kilogramm pro laufenden Meter und kostete ungefähr 200 Francs. Die Maschinen, deren Gebäude, sowie die mit dem atmosphärischen Princip zusammenhängenden Einrichtungen, ausschliesslich aller Erdarbeiten und Kunstbauten, verursachten eine Ausgabe von 210000 Frcs. für eine Bahn in der Ebene und 420000 Frcs. für eine stark steigende Bahn pro Kilometer.

Die Betriebskosten beliefen sich pro Zugkilometer auf $2^{fr},407$, nämlich für Kohlen, Oel, Seife, Wasser $1^{fr},702$; für Maschinisten und Heizer $0^{fr},540$; Ventile, Leder, Kolben, Schmiere $0^{fr},165$.

§ 9. Erläuterung der beigefügten Zeichnungen. Tafel LVIII.

Fig. 1—8 stellen die wesentlichen Anordnungen der London-Croydon-Bahn dar.

Fig. 1. Aufriss und theilweiser Durchschnitt des Leitwagens nebst Treibkolben (jedoch ohne Treibröhre und Wagenkasten).

Fig. 2. Grundriss des Treibkolbens.

Fig. 3. Querschnitt des Leitwagens, des Kolbens und der Treibröhre.

Der Kolbenkörper *a* besteht theilweise aus Platten, theilweise aus cylindrischen Stücken; auf Letztere sind die doppelten Kolben *b* mit ihren Lederverdichtungen aufgesteckt und festgeschraubt. Der eine Kolben enthält ein doppelsitziges Ventil *d*, welches vom Leitwagen aus durch das Stangenwerk *g* bewegt werden kann. Es ist hierdurch möglich geworden, die atmosphärische Luft zu beiden Seiten des Treib-

kolbens treten zu lassen und daher die forttreibende Kraft aufzuheben. Ausserdem dienen zum Anhalten des Zuges die Bremsen des Leitwagens, die übrigens in der Zeichnung fortgelassen sind.

Die Längenklappen der Treibröhre werden gehoben durch die schrägen und runden, scheibenartigen im Kolbenkörper gelagerten Apparate *e*; sie sind von der Mitte des Wagens aus symmetrisch angeordnet, so dass der Kolben *b* nur an das entgegengesetzte Ende des Kolbenkörpers *a* gesteckt zu werden braucht, um den Leitwagen fähig zu machen, in umgekehrter Richtung zu arbeiten.

Der Kolben hängt mit dem Treibwagen zusammen, vermittelst zweier breiter Blechplatten, welche in schräger Richtung durch die geöffnete Längenklappe der Treibröhre reichen und mit entsprechenden Organen *k* des Leitwagens verbunden sind. Diese Verbindung geschieht vorzugsweise durch einen hölzernen Pflock h_2, dann aber auch durch eiserne Stifte h_1. Man beabsichtigte hierdurch eine Construction herzustellen, welche bei regelmässigem Betriebe vollkommen fest war, bei unregelmässigen Widerständen des Kolbens in der Treibröhre jedoch den Wagenzug von selbst ablösen konnte. Es war daher nöthig, die eisernen Stifte h_1 nicht in cylindrische Löcher, sondern in Schlitze eingreifen zu lassen. Treibt der Kolben den Zug, so liegt der Schlitz mit seiner Rückwand an den Stift h_1 an; erfährt jedoch der Kolben ein Hinderniss, so setzt der Zug mit seiner gewonnenen Geschwindigkeit seine Bewegung fort und trennt sich vom Kolben. Um aber nicht bei jedem kleinen Widerstande des Kolbens diese Trennung wirklich eintreten zu lassen, ist, wie erwähnt, noch ein Holzpflock h_2 zugegeben worden, der der Trennung noch seine Scheerfestigkeit entgegensetzt. Weil der Leitwagen der Croydoner Bahn nach beiden Richtungen thätig war, so mussten die eisernen Stifte h_1 auch doppelt angebracht sein und mit entgegengesetzten Schlitzöffnungen der Verbindungsplatten abwechselnd in Thätigkeit treten, was durch ein kleines Hebelwerk *h* leicht einzurichten war. *f* ist die theilweise biegsame Luftleitung zu dem im Leitwagen angebrachten Barometer.

Der Treibkolben kann durch eine Drehung um die Achse *i* soviel seitwärts bewegt werden, dass der Leitwagen vollständig ausser Berührung mit der Treibröhre tritt und nach Erforderniss auf den Stationen durch Weichenbahnen geschoben werden kann.

Die Figuren 4, 5, 6, 7 stellen verschiedene Abschlussvorrichtungen dar, die sämmtlich durch mit Leder gedichtete Scheiben *m*, welche sich um horizontale Achsen m_1 drehen können, bewirkt werden.

Fig. 4 ist eine Eintrittsklappe. Mit der Klappe *m* hängt der Kolben *o* zusammen, welcher sich dicht in einem oben offenen, unten geschlossenen Cylinder bewegt und einen etwas grösseren Querschnitt als die Klappe besitzt. Der Raum unter dem Kolben tritt entweder mit der äusseren atmosphärischen Luft, oder vermittelst des Schiebers *n* mit dem Raum über dem Kolben in Verbindung. In der Stellung des Apparates, wie die Zeichnung angiebt, ist die Treibröhre geschlossen und in ihr die Luft verdünnt gedacht; die Klappe *m* wird dann durch den Ueberdruck der atmosphärischen Luft auf den Kolben fest gegen die Röhrenwand gedrückt. Wird nun der Leitwagen mit seinem Treibkolben in das vor der Klappe *m* befindliche freie Röhrenende eingebracht und durch eine Schieberbewegung auch die Luft unter dem Kolben verdünnt, so fällt die Klappe *m* nieder, der Treibkolben tritt in das Bereich der verdünnten Luft und die Bewegung des Zuges beginnt. Die Bewegung des Schiebers wird entweder durch einen Bahnwärter oder durch die Räder des Zuges selbst ver-

mittelst eines niederzudrückenden Hebels und eines Drahtzuges bewerkstelligt. Nachdem der Zug vorbeigefahren, wird die Klappe und der Schieber wieder in die frühere Stellung gebracht.

In ganz ähnlicher Einrichtung sind die sogenannten Separationsklappen (Fig. 5 und 6) construirt, welche den Zweck haben, die Treibröhre in der Nähe einer Pumpmaschine zu trennen, ohne den Treibkolben zu nöthigen, die Röhre zu verlassen. Der Schieber ist mit einem Schieberkasten geschlossen und dieser durch eine Röhre *p* mit der verdünnten Luft der Treibröhre in Verbindung. Wirkt nun in der Treibröhre links der volle Druck der Atmosphäre, so erfährt bei der gezeichneten Stellung des Schiebers der Kolben *o* beiderseits dieselbe Kraft und die Klappe *m* bleibt geschlossen. Wird der Schieber jedoch so gestellt, dass der untere Cylinderraum mit dem Schieberkasten, also mit der verdünnten Luft in Verbindung tritt, so öffnet sich die Klappe. Auch dieser Apparat ist selbstthätig construirt.

Die Austrittsklappe, Fig. 7, hat keinen Kolben; bei einzelnen Ausführungen ist auch jeder Schieber fortgelassen, so dass sie durch die fortschreitende Verdichtung in der Treibröhre, nachdem der Treibkolben die Saugröhre überschritten hat, bewegt wird. In der angegebenen Figur ist jedoch noch ein Schieber *g* angegeben, der selbstthätig den inneren Raum der Treibröhre mit der äusseren Atmosphäre, bei Annäherung des Zuges, in Verbindung setzt.

Fig. 9—12 stellen die entsprechenden Einrichtungen auf der St. Germain-Bahn dar. Sie sind im Wesentlichen den englischen Constructionen nachgebildet. Hervorzuheben ist die Ausbildung eines besonderen Treibkolbenwagens mit dem Gestelle *r* und den 4 kleinen Rädern *t*. Derselbe ist durch 4 Zangenpaare *s*, welche durch excentrische Scheiben und Hebelwerk bewegt werden, mit dem Leitwagen verbunden und kann von dem Zugführer daselbst leicht gelöst werden. Diese Lösung erfolgt auf den Stationen, wo mit dem Leitwagen Verschiebungen durch Weichen vorgenommen werden sollen. Die Räder *t* finden daselbst besondere stark geneigte Bahnen zwischen den gewöhnlichen Schienen und versinken daher unter die Bahnebene, wonach der Leitwagen jede beliebige Bewegung ausführen kann.

Fig. 11 zeigt einen eigenthümlichen, in der letzten Betriebszeit auf jener Bahn benutzten Kolben, welcher keine Ventile hat, dafür aber die Eigenschaft besitzt, durch einen vom Leitwagen aus bewegten Hebelmechanismus eine Drehung um die Achsen *u* zu erleiden, wodurch die Verbindung der beiden Theile vor und hinter dem Kolben leicht erzielt wird und die Treibkraft schnell gemässigt oder aufgehoben werden kann. *v* sind die beweglichen Röhrchen zu dem Barometer.

Fig. 12 veranschaulicht in grösserem Maassstabe die Construction der Längenklappe an der Treibröhre.

§ 10. II. Pneumatische Bahnen. — In der vorhergehenden Abhandlung sind die atmosphärischen Eisenbahnen in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit, abgesehen von ihrer Unbequemlichkeit, gegenüber den verwickelten Anforderungen des Eisenbahnbetriebes, als fehlerhaft anerkannt worden, vorzüglich aus zwei Ursachen. Es entstehen nämlich bedeutende Arbeitsverluste 1) aus der unbesiegbaren Undichtigkeit der Treibröhre, 2) aus dem hohen Grade der Luftverdünnung in derselben ($^1/_2$ bis $^2/_3$ Atmosphären Vacuum). Durch Vergrösserung der Röhre bis zu dem Maasse, dass dieselbe tunnelartig den ganzen Wagen umfasst, wird diesen Fehlern in vollkommenster Weise abgeholfen. Die Röhre wird dabei vollständig geschlossen und von allen Undichtigkeiten befreit; der Kolben, welcher mit dem zu bewegenden Wagenzug unmittelbar zusammenhängt, erlangt eine so grosse Oberfläche, dass die Luftspannung in dem Rohre nur

sehr wenig von der Spannung der äusseren Atmosphäre abzuweichen braucht, um den erforderlichen Druck auf denselben zu erzeugen. Man bedarf nicht mehr der höchst unvortheilhaften, grosse Reibungen und Luftverluste veranlassenden Cylindergebläse mit schweren, unbeholfenen und häufigen Beschädigungen unterworfenen Ventilen; dieselben lassen sich vielmehr mit grossem Vortheil durch Centrifugalgebläse ersetzen, und man erreicht durch einen einfachen Mechanismus leicht die Fähigkeit, die Luft in der Röhre nach Willkür zu verdichten oder zu verdünnen und ist in solcher Weise im Stande, mittelst nur eines Gebläses, von einem Endpunkte der Röhre aus, den Zug nach beiden Richtungen zu bewegen. Man erkennt auch, dass bei solcher Einrichtung es ganz unmöglich sein wird, dass zwei Züge in der Röhre sich begegnen: die Sicherheit des Dienstes ist also vollständig gewahrt. Ein nicht zu unterschätzender Vortheil der angedeuteten Einrichtung ist ferner, dass ein ganz dichter Kolbenschluss entbehrt werden kann, da die geringe Spannungsdifferenz der Luft keinen bedeutenden Verlust herbeiführt, wenn selbst der Kolben allerseits einen Spielraum gegen die Röhrenwand zeigt, der entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen (durch einen bürstenartigen Haarbesatz) geschlossen ist. Die Kolbenreibung führt also so gut wie gar keinen Arbeitsverlust herbei.

Bahneinrichtungen der angedeuteten Art sind unter dem Namen: pneumatische Eisenbahnen bekannt geworden. Indem wir uns auf die frühere theoretische Untersuchung § 5 stützen, können wir von vornherein behaupten, dass das Güteverhältniss des pneumatischen Betriebes nahe gleich 1 zu setzen ist und dasselbe weder von dem Neigungsverhältnisse der Bahn, noch von der Zuggeschwindigkeit in irgend welchem fühlbaren Grade abhängig sein wird.

Die Idee einer pneumatischen Beförderung im Innern einer Röhre stammt, wie schon erwähnt, von Medhurst her (1818); (siehe § 7). Der Versuch missglückte und wurde nicht weiter verfolgt. Der Abbé Moigno bespricht eine pneumatische Depeschenbeförderung in seinem Werke über electrische Telegraphie; die von ihm angegebene Einrichtung wurde vor dem Jahre 1852 in dem Park von Monceau durch Ador auf einer Versuchsstrecke ausgeführt. Im Jahre 1854 erhielt Galy Cazelat in Frankreich und im selben Jahre L. Clarke in England ein Patent auf dieselbe Einrichtung, vermittelst welcher kleine Packete und Briefe, in Blechbüchsen eingeschlossen, durch Röhren bei hoher Luftverdünnung (oder auch Verdichtung) nach einem nicht sehr weit entfernten Bestimmungsort getrieben wurden.

Derartige unter dem Namen der pneumatischen Depeschen oder der Rohrpost bekannte Anlagen traten zuerst in England (1854), später in Paris ins Leben; in Wien wurde eine solche am 1. März 1875 eröffnet. In beschränkter Weise waren in Berlin schon seit 1865 Rohrpost-Verbindungen vorhanden; sie dienten zu beschleunigten Beförderungen von Telegrammen zwischen dem Haupt-Telegraphenamt einerseits und den Aemtern in der Börse, am Brandenburger Thor und am Potsdamer Thor andererseits; am 1. December 1876 jedoch wurde durch den um die Verbesserung des Post- und Telegraphenverkehrs hochverdienten Generalpostmeister Stephan, von dem auch die bezeichnende Benennung Rohrpost stammt, ein die ganze Hauptstadt umspannendes Rohrpostsystem, welches später ausführlicher beschrieben werden soll, dem öffentlichen Verkehr übergeben.

In England sind die Rohrpostverbindungen so angeordnet, dass sämmtliche Röhren strahlenförmig von der Hauptstation ausgehen. Die Zweigstationen können daher nur mit jener direct Telegramme wechseln, und findet daher der Verkehr unter den Zweigstationen nur durch Vermittelung der Hauptstation statt.

In Paris und Wien berührt ein von der Hauptstation ausgehender Röhrenstrang eine kleine Anzahl anderer Stationen und endigt demnächst wieder in der Hauptstation, bildet also einen Kreislauf. Von den erwähnten Stationen gehen nun von Neuem in sich geschlossene Rohrschleifen aus, die eine Reihe von anderen Zwischenstationen berühren. Die Bewegung erfolgt stets nach einer Richtung, so dass nach vorwärts liegenden Stationen die Telegramme direct, nach rückwärts liegenden nur durch die Hauptstation befördert werden. Ausnahmsweise finden nach einzelnen Stationen in besonderen Röhren auch directe Beförderungen statt.

In England werden die Depeschen sofort nach ihrem Einlauf an den Bestimmungsort, in Paris in regelmässigen, jede Viertelstunde sich folgenden Zügen befördert; nur für die Börsencorrespondenz findet ein dem englischen Betriebe ähnlicher statt.

In New-York wurde zu Ende des Jahres 1876 eine Rohrpost-Anlage eingerichtet, welche das dortige Central-Postamt (Ecke der Broadway- und Deystrasse) mit den Nebenämtern (Broadstreet 14 und Pearlstreet 134) sowie mit der Baumwollen-Börse verbindet. Die Leitungen sind 640, 830 und 1005 Meter lang und werden mittelst verdichteter und verdünnter Luft betrieben. Auf dem Centralpostamte steht eine 50pferdige Dampfmaschine, welche 2 doppeltwirkende Saug- und Druckpumpen treibt. Zur Beförderung vom Central-Postamt dient ausschliesslich verdichtete Luft; beim Rücktransport hingegen werden die Depeschen durch verdünnte Luft herangesaugt. Der verwendete Ueberdruck beträgt 0,42 Atmosphären, die Beförderungsdauer der Züge 40 bis 80 Secunden. Die Röhren von 57^{mm} innerem Durchmesser sind von Messing; die Anlagekosten sollen sich nur auf 125000 Mark belaufen haben.

In Berlin wurde die Erweiterung der Rohrpost-Anlagen beschlossen, als zu Anfang der 70er Jahre die Ausdehnung der deutschen Hauptstadt in grossartigem Maassstabe sich vollzog. Nachdem schon im Jahre 1874 der Etat der Telegraphen-Verwaltung die Vervollkommnung der Verbindung im Innern der grossen Städte berücksichtigt hatte, trat nach Vereinigung der Post- und Telegraphenverwaltungen im Jahre 1875 auf Antrag des Reichskanzlers eine besondere Commission zusammen, deren Arbeiten am 1. December 1876 die Eröffnung eines Rohrpostnetzes in Berlin herbeiführten. Die Rohrpost von Berlin ist durch eine Reihe von Veröffentlichungen[10] bekannt gemacht worden; diese lieferten das Material zu der nachstehenden Beschreibung, welche sich natürlich ihnen nur eng anschliessen konnte.

Berlin ist durch die Rohrpost mit 2 in sich geschlossenen sog. Kreisen durchzogen, die sich in einem Punkte, dem Haupt-Telegraphen-Amte in der Französischen Strasse, berühren. Der eine Kreis hat 6, der andere 9 Stationen. Die Kreise werden gebildet durch die sog. Fahrrohre, schmiedeeiserne patentgeschweisste Rohre von 65^{mm} innerem, 74^{mm} äusserem Durchmesser von 4 Meter Baulänge, deren Enden durch schmiedeeiserne Flantschen mit concentrischen Führungsnuthen und Gummidichtung verbunden sind. Sie liegen etwa 1^{m} tief unter der Strassenfläche, sind durch Revisionsschächte, in welchen man die Rohre öffnen kann, in Abständen von etwa 300 Metern zugänglich und enthalten nach Kreisen gebildete Krümmungen mit Minimalradien

---

10) Pennrich, die Rohrpost-Einrichtungen in Berlin, Archiv für Post und Telegraphie, Berlin 1876, No. 23; Beiheft.

Rühlmann, die pneumatische Rohrpost in Berlin, Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe 1877 No. 1, 2, 3.

Grüneberg, Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1877, No. 13.

Grosse, Wochenschr. des Vereins deutscher Ingenieure, 1877, No. 25.

F. Schmetzer, die Rohrpost in Berlin. Deutsche Bauzeitung 1877, No. 12 und No. 14.

von 8m. In den später zu beschreibenden Apparaten sinken jedoch die Krümmungsradien bis auf 0m,80. Hier sind die Rohre aus Messing hergestellt und etwas weiter im Durchmesser. Die innere Oberfläche ist nicht besonders geglättet, sie nimmt jedoch durch den Gebrauch bald eine ausreichende Glättung von selbst an.

Bei etwa eingetretenen Verstopfungen der Röhren lässt sich der Ort der Störung leicht mit hinreichender Schärfe erkennen aus der Zeit, welche eine Schallwelle gebraucht, um von einem Ende der Röhre bis zur Verstopfungsstelle und zurück bis zum Beobachter zu gelangen. (Bekanntlich beträgt die Geschwindigkeit des Schalles etwa 314m in 1 Secunde.) Befördert wird in den Fahrrohren eine Anzahl (ein Zug) von Büchsen; Letztere bestehen aus 1mm starkem verzinnten, mit dem Boden aus einem Stück getriebenen Stahlbleche und werden mit einem aus dickem Sohlleder geformten Stulpen als Deckel überzogen. Im Innern der Büchsen befindet sich ein loser Cylinder aus Weissblech, welcher zunächst die zu befördernden Telegramme, Briefe, Karten etc. umschliesst und zu bequemerer Handhabung des Inhaltes dient. Die Büchsen sind 130mm lang, 52mm im äusseren Durchmesser dick; die Lederstulpen vergrössern diese Maasse auf 150mm und 62mm. Am Ende des Zuges, welcher die Büchsen lose nebeneinander enthält, befindet sich eine Schlussbüchse mit einem aus weichem Leder versehenen dichtenden Stulpen.

In den beiden Kreisen erfolgt die Zugbewegung entweder durch die Wirkung der verdichteten oder verdünnten Luft oder beider gleichzeitig stets nach derselben Richtung. An jeder Station wird der Zug in eine Empfangskammer getrieben, aus welcher die entsprechend bezeichneten für diese Station bestimmten Büchsen entnommen, andere für die folgenden Stationen zugefügt werden und der Zug bis zur nächsten Station weiter befördert wird, woselbst die Behandlung in ähnlicher Weise sich wiederholt. Auf der Centralstation werden alle Büchsen entleert, neu sortirt und die Züge in beide Kreise wieder eingeführt. Um Stadtpunkte zu erreichen, welche weit vorgeschoben durch die Kreise nicht bestrichen werden können, sind an geeigneten Stationen Zweigstrahlen angeschlossen, in welchen einzelne Büchsen (gewöhnlich nur je eine) abgelassen werden; die Rückfahrt erfolgt dann in diesen Strahlen durch einen Saugeprocess in umgekehrter Richtung.

Solche vorgeschobene Punkte der Rohrpost sind in Berlin: No. 8 der Genthinerstrasse, No. 14 der Invalidenstrasse, No. 15 der Wallner-Theaterstrasse. Die Länge des Südkreises beträgt 8828m, die des Nordkreises 7126m, die der Strahlenröhren zusammen 4887m, so dass die Gesammtlänge der Fahrröhren etwa 21 Kilometer misst, wobei die Entfernung je zweier Stationen 548m bis 1673m beträgt. Die kürzesten Entfernungen liegen im Innern der Stadt. Selbstverständlich sind sämmtliche Stationen durch elektrische Telegraphen miteinander in stete Verbindung gesetzt. Die zur Bewegung der Züge in den Fahrrohren erforderliche verdichtete oder verdünnte Luft wird durch Dampfmaschinen erzeugt, welche zunächst die Luft in schmiedeeiserne cylindrische Behälter (von 1m,70 bis 2m,00 Durchmesser und 4m,50 bis 7m,00 Länge) drücken oder aus ihnen saugen. Der Inhalt dieser Behälter ist etwa 4mal so gross, als der Inhalt der mit denselben betriebenen Fahrrohrlänge. In jeder Maschinenstation befindet sich demnach ein Druck-Windkessel und ein Vacuumkessel. An Punkten der Kreisleitung, welche fern von den Maschinenstationen sich befinden, aber doch einer grossen Menge verdichteter oder verdünnter Luft bedürfen, sind Druck- und Vacuumkessel in die Rohrleitung eingeschaltet und werden in der Zwischenzeit von Zug zu Zug (etwa 15 Minuten) mit verdichteter oder verdünnter Luft von der nächsten Maschinenstation aus gespeist. Man arbeitet in dem Fahrrohre mit einem Ueberdruck

von 2 bis 3 Atmosphären, bez. mit einem Vacuum von etwa 35^{mm} Quecksilbersäule. Jeder der beiden Kreise ist mit 2 Dampfmaschinenanlagen ausgerüstet, die wegen der verschiedenen Anforderungen des Dienstes nicht von gleicher Stärke genommen sind. Die Maschinen stehen zwar so nahe als möglich bei den Stationen, ohne dass man übrigens es für besonders störend angesehen hat, wenn besondere locale Schwierigkeiten die Nahestellung verbot, sie in bedeutende Entfernung zu rücken und die verdichtete oder verdünnte Luft durch besondere Röhrenleitungen zu den Stationen zu führen. Solcher Hülfs-Röhrenleitungen bestehen bei der Berliner Rohrpost über 5 Kilometer.

Auf jeder Maschinenstation sind 2 Pumpenpaare vorhanden, von denen das eine zur Verdichtung, das andere zur Verdünnung der Luft dient. Die Pumpencylinder sind einfach wirkend, unten offen, senkrecht stehend und mit Gummi-Flachventilen versehen. Die Dampfmaschinen sind liegend und gekuppelt, mit den Pumpen durch eine Zahnüberragung im Verhältniss von 1 : 2 verbunden. Gewöhnlich arbeitet nur die Hälfte des Apparates, während die andere Hälfte zum Ersatz bei eintretenden Störungen dient. Der Dampf wird durch 2 Röhrenkessel geliefert. Die verdichtete Luft streicht durch einen Kühlapparat, bestehend aus je 2 cylindrischen Gefässen mit je 50 Röhren, um welche frisches Wasser kreist. Das hierbei aus der Luft condensirte Wasser wird von Zeit zu Zeit durch einen Hahn abgelassen.

Die Hauptabmessungen werden wie folgt angegeben:

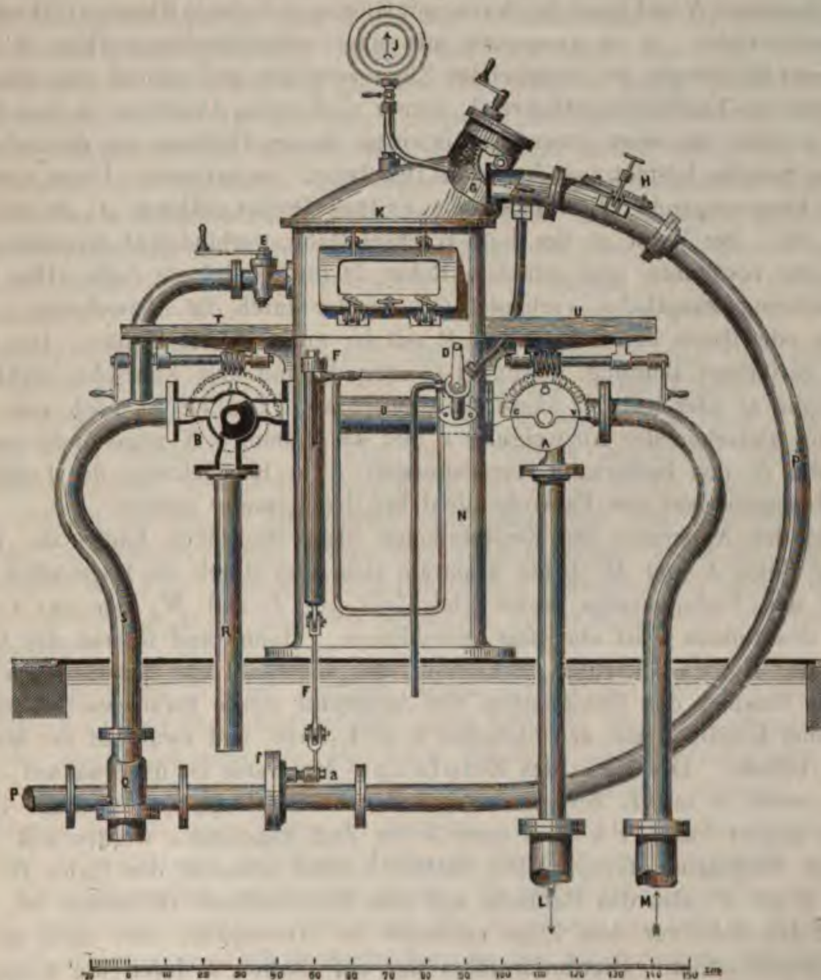
	2 kleinere.	2 grössere.
a) Dampfmaschinen.		
Nutzeffect, Pferdekraft . . .	12	20
Cylinder-Durchmesser . . .	263^{mm}	316^{mm}
Kolbenhub	526^{mm}	632^{mm}
Arbeitsdruck, Atmosphären .	5	5
Umdrehungszahl in 1 Minute .	40—60	34—50
b) Pumpen (einfach wirkend).		
Cylinder-Durchmesser . . .	400^{mm}	500^{mm}
Kolbenhub	660^{mm}	860^{mm}
Umdrehungszahl in 1 Minute .	20—30	17—25
c) Dampfkessel.		
Heizfläche	30□^{m}	50□^{m}
d) Kühler.		
Durchmesser	0^{m},55	
Höhe	3^{m},20	

Die Maschinen sind von Sigl in Wien geliefert worden.

Die wesentlichsten Theile der Anlage sind die von den Ingenieuren Felbinger und Crespin in Wien und Paris gefertigten Apparate zur Beförderung und zum Empfange der Züge. Man sieht sofort ein, dass dieselben verschieden sein müssen, je nachdem sie in einer Zweigleitung stehen und also sowohl zur Absendung als zum Empfange dienen, oder ob sie in einer Kreisleitung entweder nur zu dem einen oder anderen Zwecke gebraucht werden, oder endlich ob sie an einer Zwischenstation oder einer Maschinenstation sich befinden. Letztere sind die verwickelteren. Man hat in Berlin jedoch, um die Möglichkeit der Vertauschung der Apparate sowie der Erweiterung der Anlage jederzeit zu erhalten, alle Apparate nach demselben Muster der zusammengesetzteren gebildet und an den einfacheren Stationen einzelne Organe abgeschlossen und unthätig gemacht. Im Allgemeinen geht der Transport so vor sich, dass nach Einlegung der Büchsen in das Fahrrohr zuerst vermittelst der verdichteten

oder verdünnten Luft ein schwacher Druck auf den Zug ausgeübt wird; dieser Druck wird dann durch Oeffnen eines weiteren Luft-Hahnes verstärkt, worauf der Zug mit einer Geschwindigkeit von etwa 1000 Meter in 1 Minute = $16^2/_3$ Meter in 1 Secunde bis zur nächsten Station sich fortbewegt, wo er in seiner Geschwindigkeit dadurch

Fig. 8.



Empfangs- und Abgabe-Apparat.

N, T, U Gestell mit Tischplatte.
P P Fahrrohr der Züge.
H Einlegeklappe für abgehende Züge.
K Empfangskammer für ankommende Züge.
G Druckklappe.
L Rohr für verdünnte Luft.
M desgl. für komprimirte Luft.
A Luft-Wechsel-Hahn.
B Beförderungs-Haupthahn.
D Anlass-Hahn.
E Puffer-Hahn.
f F Abschluss-Scheibe mit Stellvorrichtung.
Q Einführungs-Stück.
J Manometer.
R Auslassrohr für komprimirte Luft.

gemässigt wird, dass durch die Oeffnung eines Hahnes der Luftdruck auch vor denselben gelassen wird. Endlich fallen die Büchsen in eine Kammer, deren luftdichter Verschluss geöffnet werden kann, um dieselben der weiteren Behandlung durch den Beamten zugänglich zu machen.

In der vorstehenden Zeichnung, welche nebst Beschreibung dem erwähnten Aufsatze von F. Schmetzer in der deutschen Bauzeitung entnommen wurde, ist

die Seitenansicht und theilweise der Durchschnitt eines Apparates einer Maschinenstation dargestellt. In einem Raume zur ebenen Erde sind 2 in der Ansicht sich vollständig deckende, einer für den Empfang, ein zweiter für den Versandt der Züge bestimmte Apparate vorhanden. Sie stehen nebeneinander auf gemeinsamem gusseisernem Untergestelle *N*; *T* und *U* sind Holztische. Das Fahrrohr *P* mündet in die Empfangskammer *K* und kann durch eine mit Gummi gedichtete Klappe *G* (Druckklappe) geschlossen werden; es ist ausserdem mit einer verschliessbaren Thür *H* (Einlegeklappe) zum Einbringen der abgehenden Züge versehen und enthält eine Abzweigung *s* vermittelst des Einführungsstückes *Q*; ferner noch einen Abschluss in dem Schieberhahn *F*, welcher aus einer excentrisch in einem flachen Gehäuse um die Achse *a* sich drehenden Scheibe besteht und durch ein Hebelwerk bewegt wird. Unter den Tischen liegt das Steuerungsrohr *O*, welches mit 3 Stück Dreiweghähnen *A*, *B* und *D* verversehen ist. Der Hahn *A*, der Luft-Wechsel-Hahn, verbindet *O* entweder mit dem Rohre *L* für verdünnte, oder mit dem Rohre *M* für verdichtete Luft. Der Hahn *B*, der Beförderungshaupthahn, verbindet *O* entweder durch die Abzweigung *s* mit dem Fahrrohre oder durch den Rohrstutzen *R* mit der äusseren Atmosphäre. Der Hahn *D*, von viel geringerer Bohrung, verbindet *O* entweder mit dem Fahrrohre dicht vor der Druckklappe *G* oder mit der äusseren Atmosphäre. Endlich ist noch eine Röhrenverbindung zwischen der Abzweigung *s* und der Kammer *K* angebracht und durch einen Hahn *E*, den Bufferhahn, verschliessbar. Zur Beobachtung der Luftspannung ist ein Manometer auf das Fahrrohr dicht bei der Kammer gesetzt.

Bei den Apparaten für Kreisstationen ohne Maschinen fehlen der Hahn *A*, sowie die Rohre *L* und *M*; beide Apparate sind aber durch ein Bogenstück verbunden; bei den Endapparaten fehlen gleichfalls *A*, *L* und *M*; der an *A* liegende Flantsch des Rohres *O* ist aber fest verschlossen. Hähne und Röhren des Apparates bestehen aus Rothguss, Achsen, Schrauben etc. aus Stahl und Schmiedeeisen.

Als Beispiel der Manipulation des Apparates werde vorausgesetzt, dass man sich in einer Kreislinie mit den Stationen 2, 3, 4, 5 etc. und zwar auf der Maschinenstation 3 befinde. Der Hahn des Empfangs-Apparates ist dauernd auf »Vacuum« gestellt, wobei *O* mit *L* verbunden und die Schliessklappe *G* geöffnet ist. Die Station 2 meldet, dass von dort nach 3 ein Zug abgelassen werden soll und empfängt das Rücksignal »fertig«. Die Station 3 stellt nunmehr den Hahn *B* so, dass *O* durch *s* mit *P*, also das Fahrrohr mit dem Vacuumkessel verbunden ist, während Station 2 das Rohr vor dem Zuge entweder der Atmosphäre oder auch dem Compressionskessel öffnet. Hierdurch fährt der auf Station 2 durch die Klappe *H* in das Fahrrohr gelegte Zug nach Station 3, bleibt jedoch in der Regel auf Station 3 hinter *Q* liegen, was an einem ziemlich lauten Geräusche erkannt wird. Hier wird nun schleunigst der Hahn *B* geschlossen und *D* so gestellt, dass *K* mit *O* in Verbindung tritt, wodurch der Zug in die Kammer *K* eingesaugt wird. Um die Verschlussthüre der Kammer zu öffnen, muss die Spannung in letzterer mit der Atmosphäre ins Gleichgewicht gesetzt werden, was dadurch geschieht, dass *F* geschlossen und *D* gedreht wird. Nach Herausnahme des Zuges, wobei Acht gegeben werden muss, dass die Schlussbüchse nicht fehlt, wird nach dem elektrischen Signale »Zug hier« die Kammer wieder geschlossen, *D* umgestellt und *F* und *B* geöffnet, worauf das Fahrrohr zwischen den Stationen 2 und 3 wieder in den Zustand der Luftverdünnung gebracht und zum Transport eines weiteren Zuges vorbereitet wird. Die Büchsen der folgenden Stationen 4, 5, 6 etc. werden nun mit den für sie bestimmten Briefen versehen, Büchse 3 aber gegen eine leere ausgewechselt.

Beim Versandt-Apparate auf Station 3 ist die Klappe *G* beständig geschlossen, *F* geöffnet und der Hahn *A* auf Compression gestellt, d. h. *O* mit *M* verbunden. Nach Station 4 wird das Signal gegeben, dass von 3 ein Zug abgehen soll; Station 4 hat die Rückantwort »fertig« gegeben und durch Drehung des Hahnes *B* das Fahrrohr 3—4 mit der äusseren Atmosphäre ins Gleichgewicht gebracht. Auf Station 3 werden die Büchsen und zuletzt die Schlussbüchse in die Einlegeklappe *H* gelegt und dann durch den engen Hahn *D* und bald darauf durch den Haupthahn *B* die verdichtete Luft hinter den Zug gelassen, und zwar so lange, bis derselbe durch alle Zwischenstationen bis zur nächsten Maschinenstation gelangt ist, oder bis die ferneren Zwischenstationen auf weiteren Druck verzichtet haben, indem sie es für vortheilhaft finden, den Zug durch die weiter folgende Maschinenstation ansaugen zu lassen. Station 3 schliesst hierauf den Haupthahn *B*, und Station 4 entlastet durch entsprechende Drehung ihres Hahnes *B* die Röhre von dem Ueberdruck, worauf der Zustand der Röhre 3—4 derselbe geworden, wie zu Beginn der eben beschriebenen Operationen.

Setzt man voraus, dass man sich auf der Zwischenstation 4 befinde, an welcher die beiden Apparate, durch ein Verbindungsrohr die beiden Röhren *O* mit einander vereinigt sind, also die Röhren *L* und *M* sowie der Hahn *A* fehlen, so wird, wie eben beschrieben, der Zug von 3 nach 4 durch die verdichtete Luft von 3 aus betrieben, während in der Regel der Hahn *B* auf Station 4 die Luft vor dem Zuge in die äussere Atmosphäre entweichen lässt. Bei besonders schweren Zügen oder bei solchen, welche grosse Widerstände zeigen, kann auch noch unter Zuhülfenahme der über Station 5 hinausliegenden Maschine bei anders gestelltem Hahne *B* der Station 4 die Betriebskraft durch die Wirkung von verdünnter Luft erhöht werden.

Der Bufferhahn *E* wird geöffnet, wenn der Einlauf eines Zuges auf einer Station mit zu grosser Heftigkeit erfolgt. Dies bewirkt, wie leicht einzusehen, dass auch in der Empfangskammer *K*, dem Zuge entgegen, dieselbe Spannung der Luft wie vor dem Zuge erzeugt wird, also die Geschwindigkeit sich mässigt.

Ist der Einlauf eines Zuges zu langsam, so bleibt derselbe meist hinter *Q* liegen, und es muss dann durch den Hahn *D* der Zug in die Kammer eingesaugt werden, wie früher schon beschrieben wurde. In jedem Falle muss *B* sofort, danach *F* oder *G* geschlossen werden, und es ist die Spannung der Luft in *K* durch den Hahn *D* mit der äusseren Luft auszugleichen, worauf die Entnahme der Büchsen erfolge kann.

Beim Absenden eines Zuges aus der Zwischenstation 4 nach 5 durch den Versandtapparat 4 ist der Empfangsapparat 4 ganz geschlossen, und es wird die von 3 stammende verdichtete Luft durch den Hahn *B* desselben und durch die Verbindungsröhre *O* beider Apparate 4 benutzt, um den Zug über die Strecke 4—5 zu treiben. Wenn der Zug in 5 angekommen und signalisirt ist, wird die Strecke 5—3 abgeblasen oder mit verdünnter Luft gefüllt, worauf sie wieder in den Anfangszustand zurückgeführt worden ist.

Die beschriebenen Betriebsmethoden können nach örtlichen Umständen geändert werden; man kann für nützlich erachten, mit verdünnter oder verdichteter Luft oder mit beiden zugleich zu arbeiten; auch erhellt aus dem Angeführten, dass es an einzelnen Stationen nützlich oder geboten ist, durch Einschalten von Luftbehältern einen Vorrath von dichter oder dünner Luft zu sammeln, oder noch besondere Röhren

zur Luftzufuhr von entfernten Maschinenstationen nach bedeutenden Verkehrspunkten anzufügen.

Die Geschwindigkeit der Züge beträgt, wie erwähnt, durchschnittlich 1000^m in 1 Minute und gleichfalls der Aufenthalt auf einer Station etwa 1 Minute, so dass ein Zug einen Kreislauf in 15 Minuten zurücklegt. Es wird demgemäss auch vom Hauptamte alle 15 Minuten ein Zug in beide Kreise abgelassen, und durchlaufen jeden Tag 53 Züge einen Kreis. Jeder Zug kann 15 Büchsen führen, jede Büchse fast 20 Briefe (höchstens 90/140^{mm} gross, 10 Gramm schwer). In jedem Zuge können daher 300 Briefe und in jeder Stunde 1200 Briefe verschickt werden; in 13 Arbeitsstunden eines Tages also 15600. Da jedoch ein Theil der Sendungen beide Kreise durchläuft, so genügt die jetzige Rohrpost Berlins nur, um in 1 Tage durchschnittlich 20000 Briefe zu befördern. Die Zeit zwischen Aufgabe und Aushändigung eines Briefes schwankt zwischen 7 und 60 Minuten.

Die Gesammtanlagekosten haben einschliesslich des Grunderwerbs für die Maschinenstationen 1250000 Mark betragen und währte die Ausführungszeit 8 Monate.

Grössere Dimensionen gewannen diese in kleinem Maasse ausgeführten Anlagen in der Hand des englischen Ingenieurs Rammel, welcher im Jahre 1859 mit L. Clarke an die Spitze einer Gesellschaft (the Pneumatic-Dispatch-Comp.) zur weiteren Ausbeutung der pneumatischen Beförderung trat.[11]) Sie richteten 1863 unter demselben Namen der »pneumatischen Depesche« eine kleinere pneumatische Eisenbahn ein, welche vom Euston-Bahnhof der Nord-West-Bahn in London nach dem Districts-Postamt in Eversholt-Strasse, etwa 550^m lang, führt und bestimmt ist, die Postbeutel und Packete zu befördern. Die eingehendere Beschreibung dieser kleinen Bahn möge entschuldigt werden, weil dieselbe am ausführlichsten bekannt gemacht worden ist und leicht einen Schluss auf die Einrichtung grösserer pneumatischer Bahnen, die theils als Versuchsbahnen ausgeführt, theils begonnen oder beabsichtigt sind, gestattet.

Dicht beim Aussteigeperron des Euston-Bahnhofes beginnt die ganz unter der Erde liegende gusseiserne Tunnelröhre, welche die pneumatische Bahn aufnimmt: sie hat ein Längengefälle von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{80}$ und ist nirgends horizontal; sie bildet 2 grosse Curven von 33^m und eine in der Nähe des Bahnendes von 12^m,16 Radius. Diese ausserordentlich enge Krümmung, sowie die starke Steigung waren durch örtliche Verhältnisse bedingt, zeigen aber die Schmiegsamkeit des ganzen Apparates. Der Querschnitt der aus einzelnen Stücken von gewöhnlicher Länge durch Muffen zusammengesetzten Röhre erinnert an die üblichen Tunnelformen, zeigt eine halbkreisförmig gerundete Decke und einen beinahe ebenen Boden, auf welchem Schienen liegen; die grösste Höhe und Breite ist 2′ 9″ = 0^m,84. Die Wagen, welche die Bahn befahren, sind 2achsig mit möglichst grossen Rädern, und füllen fast vollständig die Röhre aus, lassen jedoch allseitig einen freien Spielraum von mehr als 2½ Centimeter, nach anderen Angaben von 1 Centimeter, übrig. Das eine Ende der Röhre am Bahnhofe ist durch ein Thor geschlossen, welches um eine horizontale Achse drehbar ist und durch Gegengewichte im Gleichgewichte gehalten wird. Das Thor wird mit der Hand geschlossen, öffnet sich aber selbstthätig beim Anlangen des Wagens, indem durch die Räder ein Haken ausgeklinkt wird und die eingeschlossene Luft eine höhere Spannung annimmt, als die äussere.

---

11) The pract. Mech. Journ. 1863, p. 57.

Nachdem die Bahn die Röhre verlassen hat, durchschreitet sie einen kleinen, offenen Expeditionsraum, in welchem die Ein- und Ausladung stattfindet, um in eine andere ähnliche, aber kurze, hinten geschlossene Röhre einzutreten, in welcher die Luft gefangen wird, die also ein elastisches Kissen bildet, und die Geschwindigkeit des Wagens schnell und sicher überwindet. Zur Regulirung des Luftwiderstandes beim Auslaufen des Wagens aus dem bahnseitigen Ende der Röhre trägt dieselbe noch ein grosses Ventil, welches so belastet wird, dass durch dasselbe Luft austritt und der Widerstand gerade so abgemessen werden kann, um den Wagen an einem bestimmten Punkt im Expeditionsraum festzuhalten.

Der Maschinenapparat befindet sich allein an dem Rohrende nahe dem Euston-Bahnhofe; er besteht aus einem grossen Windrade (Ventilator) von $6^m,38$ (21′) Durchmesser und wird von einer einfachen Hochdruckmaschine direct getrieben, indem die Flügelstange mit dem Krummzapfen der Ventilatorachse unmittelbar zusammenhängt. Der Dampfcylinder hat $0^m,38$ Durchmesser und $0^m,40$ Hub; der Dampf hat im Kessel $2^2/_3$ Atmosphären-Ueberdruck. Das Rammel'sche Windrad hat eine bemerkenswerthe, einfache und wirksame Einrichtung und unterscheidet sich in vielen Punkten von den sonst üblichen Ventilatoren. Auf einer starken horizontalen Welle sind vermittelst radialer Arme 2 kreisförmige Scheiben, aus vollen Blechplatten bestehend, in solcher Art befestigt, dass ein genau centrirter, hohler, symmetrischer Umdrehungskörper entsteht, dessen erzeugende Figur eine rechtwinklige Hyperbel ist mit Asymptoten, von denen die eine mit der Drehachse, die andere mit der mittleren Umdrehungsebene zusammenfällt. Dieser hohle Umdrehungskörper hat, wie man leicht einsieht, die Eigenschaft, dass eine Durchschnittsfigur mit einer centrischen Cylinderfläche von beliebigem Radius von constantem Inhalt ist (und zwar hier reichlich so gross als der Querschnitt der Tunnelröhre). An der äusseren Peripherie des Windrades stehen die Blechplatten nur 5 Centimeter von einander ab, während dieselben in der Nähe der Achse zu beiden Seiten ringförmige Ansätze von $0^m,91$ Durchmesser bilden.

Das Windrad ist von einem ebenfalls aus Blechplatten construirten Gehäuse umgeben, von dem aus die verdichtete Luft durch ein weites Druckrohr von derselben Querschnittsfläche wie die Tunnelröhre abgeführt wird. Das Saugerohr schliesst sich beiderseits dem Gehäuse an, umgiebt die Welle und endigt den erwähnten ringförmigen Ansätzen des Windrades gegenüber, wo die abgedrehten Flächen dicht zusammenstehen und den Luftverlust verhindern, ohne die freie Bewegung des Rades zu stören. Durch einen Lederring ist übrigens dieser Anschluss noch vollständig gedichtet. Beide Röhren, das Blase- und das Saugerohr, münden ohne Weiteres in das Tunnelrohr, das Saugerohr etwa 23^m, das Druckrohr etwa $1^m,50$ vom Ende desselben; sie besitzen aber ausserdem noch Ausmündungen in die freie Luft.

In den Röhren befinden sich Drosselklappen, die entweder das Druckrohr oder das Saugrohr mit der Tunnelröhre in Verbindung setzen, während das Saugrohr oder das Druckrohr mit der äusseren Luft communiciren, je nachdem der Wagenkolben durch verdichtete Luft von der Euston-Station entfernt, oder von dem anderen Bahnhofe durch verdünnte Luft herangezogen werden soll.

Electrische Signale setzen die Endpunkte der Röhrenbahn untereinander in Verbindung.

Die Geschwindigkeit des Wagens ist etwa 30 Kilom. in der Stunde ($8^m,3$ in der Sec.), wobei in der scharfen Curve etwas langsamer gefahren werden muss. Das Windrad macht 100 bis 110 Umdrehungen in der Minute und erzielt eine Pressung von 3 bis 4 Zoll Wassersäule ($\frac{1}{120}$ bis $\frac{1}{90}$ einer Atmosphäre), was einem Kolbendruck

60*

von 46 bis 62 Kilogramm überhaupt entspricht. Es wurden im Jahre 1863 täglich 15 Transporte befördert, die einen Gesammtkohlenbedarf von 21 Bushel = 27 Cubikfuss = 0,76 Cubikm. verursachten; und stellten sich die Kosten des Brennmaterials für jede Doppelreise des Wagens auf 5 Pence = 50 Pfennige.

Die beschriebene pneumatische Bahn, welche durch die Zeichnung auf Tafel LIX verdeutlicht wird, arbeitet demnach unter sehr ungünstigen Verhältnissen; der Verkehr ist sehr gering und die Benutzung der Maschine ist so kurz, dass der grösste Theil des Brennmaterials bei der Unterhaltung der Dampfspannung während der Ruhe der Maschine verzehrt werden muss.

Erklärung der Figuren auf Tafel LIX.

Fig. 1. Entwickelter Längenschnitt;
Fig. 2 und 3. Grundriss der ganzen Anlage;
Fig. 4, 5, 6. Die Röhrenverbindungen nebst dem Windrade am Euston-Bahnhofe im Maassstabe $\frac{1}{96}$;
Fig. 7 und 8. Querschnitt und Grundriss derselben Röhren im Maassstabe $\frac{1}{48}$;
Fig. 9 und 10. Längen- und Querschnitt des Endes der Tunnelröhre mit ihrem Verschluss im Maassstabe $\frac{1}{48}$.

Die erste Verwendung des pneumatischen Systems für die Beförderung von Personen geschah im Jahre 1864 auf einer kurzen Versuchsstrecke durch den Ingenieur Rammel in der Nähe des Krystallpalastes zu Sydenham bei London.[12] Der dafür angewandte Apparat ist dem vorher beschriebenen ganz ähnlich. Die Röhre ist gemauert, 3^m hoch und $2^m,73$ breit, enthält ein Gleis und kann die auf der Great-Western-Bahn benutzten grössten Personenwagen aufnehmen; sie ist 547^m lang, enthält Curven von 170^m Radius und Steigungen von $\frac{1}{15}$; sie wird von einem Wagen, welcher 30 bis 35 Personen fasst, in 50 Secunden durchlaufen bei einer Pressung der Luft von $2^1/_2$ Unzen pro □Zoll ($\frac{1}{96}$ einer Atmosphäre). Das Windrad hat $5^m,38$ Durchmesser. Mit dem Wagen hängt ein Rahmen von nahe der Querschnittfigur der Röhre zusammen; derselbe trägt einen Bürstenbesatz, welcher die Dichtung des Kolbenwagens herbeiführt. Die Bewegung ist sanft und die Bremsen halten die Wagen mit Sicherheit an einem bestimmten Punkte fest.

Nach diesen gelungenen Versuchen wurden grössere Unternehmungen vorbereitet, um das pneumatische System auszubeuten.[13] Es constituirte sich 1865 in London eine Gesellschaft: Waterloo & Whitehall Railway-Comp., mit einem Capital von 135000 L. St., um die Waterloo-Station mit Charing Cross in Verbindung zu setzen. Die projectirte Linie soll mit einer offenen Station in Great-Scotland-Yard bei Whitehall beginnen und mit Mauerwerk unter dem Themseufer bis zum Fluss fortgesetzt werden, dann den Fluss in einem wasserdichten eisernen Rohr kreuzen; letzteres soll in einem auszubaggernden Canal versenkt und ummauert werden. Vom anderen Flussufer aus wird die Linie unter College Street und Vine Street in gemauerten Röhren weiter geführt und in einer Station nahe beim Waterloo-Bahnhofe endigen. Die grösste Steigung wird $\frac{1}{30}$ betragen. Man will jede 3 bis 4 Minuten einen Zug ablassen und rechnet bei einer durchschnittlichen Frequenz von 5 Personen erster und 20 Personen zweiter Classe (bei einem Fahrpreise von 2 und 1 Pence) auf einen Reinertrag von 10 % des Anlagecapitals.[14]

---

[12] The pract. Mech. Journ. 1864, p. 205.

[13] Zeitschr. d. Vereins Deutscher Eisenb.-Verw. 1865, No. 25. 26.

[14] Die Bahn ist im Anfange des Jahres 1870 theilweise vollendet worden, jedoch, wie es scheint, noch nicht mit dem pneumatischen Betriebe versehen.

Kurz darauf constituirte sich eine andere Actiengesellschaft unter dem Namen: East-London-Railway-Comp. mit einem Actiencapital von 1400000 L. St., die durch Benutzung des Themsetunnels die Bahnen des nördlichen und südlichen Themseufers in Verbindung setzen wird. Die Linie wird mit Abzweigungen an die Brighton-, South-London-, South-Eastern und North-Kent-Bahnen nahe bei New-Cross beginnen, die Surrey- und Commercial-Docks, die London-Docks und den Osten von London berühren und in der City mit einer Station in Liverpool-Street endigen, ferner mit der Great-Eastern-Station durch eine Zweigbahn, indirect also auch mit der North-London und der London- und North-Western-Linie, verbunden sein. Ihre Länge wird, einschliesslich der Zweigbahnen, 12 bis 14 Kilometer betragen, von welchen der Grund und Boden in Liverpool-Street für die Endstation und die darauf folgenden 2 Kilometer Bahnlinie durch den theuersten District Londons gemeinschaftlich mit der Great-Eastern-Gesellschaft angekauft ist. Auf dieser Strecke wird die eine Linie über der anderen hinweggehen, wodurch eine Viertelmillion an Grunderwerb erspart wird. Man berechnet einen Nutzertrag von 14%. Angesichts des stets wachsenden Verkehrs auf der unterirdischen Metropolitan-Railway, welchem nur durch die Verkehrsmittel eine Grenze gesteckt zu sein scheint, ist auch der pneumatischen Bahn die Rentabilität gesichert. Letztere Bahn hat vor den bisher ausgeführten, mit Locomotiven betriebenen, unterirdischen Bahnen Londons den Vorzug weit niedriger Erbauungskosten und des Fortfalls der unangenehmen Rauchentwickelung; durch den Betrieb der pneumatischen Bahnen wird die allerbeste Ventilation von selbst bewirkt.

Auch in Nordamerika sind neuerdings Projecte zur Benutzung der pneumatischen Bahnen, behufs Vermittelung eines intensiven Localverkehrs, aufgetaucht. Der amerikanische Ingenieur John H. Ward [15]) hat einen Entwurf ausgearbeitet, nach welchem auf einer pneumatischen Bahn Frachtgüter vom Depot der Erie-Eisenbahn in Hoboken nach dem gegenüberliegenden Depot in Douanestreet in Newyork befördert werden sollen. Der Hudson würde hiernach ebenfalls mittelst eines eisernen Röhrentunnels von $1^m,52$ (5') Durchmesser durchschritten werden, dessen Verbindungen gelenkartig eine kleine Bewegung zulassen und welcher in eine ausgebaggerte Rinne versenkt werden soll. Der übrige Apparat ist ganz dem Rammel'schen System nachgebildet.

Bei den grossen Aufgaben, welche sich der Weiterentwickelung des südeuropäischen Eisenbahnnetzes, namentlich bei Ueberschreitung der Alpenkette zwischen Schweiz und Italien darbieten, konnte es nicht ausbleiben, dass sich der Blick auch auf das pneumatische System richtete.

Die Projecte der Alpeneisenbahnen verfolgen zwei verschiedene Ziele: die einen, jedenfalls für den Betrieb die vollkommeneren, steigen nicht in die unwirthlichen Schneeregionen, sondern bleiben in Höhen von 1100 bis 1500^m über dem Meere und durchbrechen die Alpenketten mittelst 10 bis 14 Kilometer langer Tunnel; die anderen suchen, unter Vermeidung der ausserordentlich theueren und zur Ausführung viele Jahre fordernden unterirdischen Scheitelstrecken, die Alpenpässe (2100 bis 2400^m über dem Meer) offen zu überschreiten. Zur Ueberwindung der hierbei unvermeidlichen schroffen und langen Steigungen sind neben anderen, wohl von vornherein als unpractisch zu verwerfenden Einrichtungen vorzugsweise Locomotiven mit künstlicher Adhäsion (Fell'sches System), Zahnstangenbahnen, Seilebenen und pneumatische Eisenbahnen vorgeschlagen worden. Eine Fell'sche Locomotivbahn überschritt den

15) Pract. Mech. Magazin 1867. Näheres in The Journal of the Franklin Institute, April 1868.

Mont Cenis schon seit 1868 als provisorische Bahn, während der Ausführung des grossen Tunnels, welcher den dortigen Gebirgskamm durchbricht und nach langjähriger Arbeit im Jahre 1871 erst ganz vollendet wurde. Eine Zahnstangenbahn führt seit 1870 auf den Rigi. Von den Seilebenen und von der Rigibahn wird im Nachfolgenden die Rede sein.

Der italienischen Regierung wurden zur Berücksichtigung bei den schon lange angeregten, aber noch nicht abgeschlossenen Studien über eine Alpenbahn auch 2 Projecte über atmosphärischen Betrieb, von Edwards und von Daigremont, vorgelegt. Eine Commission, mit Negretti als Vorsitzenden und aus hervorragenden italienischen Ingenieuren zusammengesetzt, war mit Begutachtung der eingelaufenen Entwürfe betraut, hat jedoch die Anwendung der pneumatischen Bahnen nicht empfohlen.[16] Die Entwürfe stellten pneumatische Bahnen von wesentlich denselben Einrichtungen, wie die Rammel'schen Bahnen, dar. Die Röhre sollte aus Mauerwerk hergestellt, und die Betriebskraft den reichlich zu Gebot stehenden Wasserkräften entnommen werden. Die Commission führte als Hauptgründe der Ablehnung folgende Punkte an: Die Erbauungskosten sind zu gross, den anderen möglichen Einrichtungen gegenüber; die Herstellung der in so genauer Querschnittsform aufzumauernden Tunnelröhre wird ausserordentlich schwierig sein, namentlich aber deren Unterhaltung bei den zerstörenden Einflüssen von Nässe und Frost; es liegen nicht genügende Erfahrungen vor, um die Arbeitsverluste, welche aus den Undichtigkeiten des Kolbens, der nothwendigerweise bedeutenden Spielraum haben muss, und aus der Reibung und Abnutzung der elastischen Dichtungsmittel desselben (Federn, Bürsten) erwachsen, übersehen zu können; auch muss der Widerstand der Luft vor dem Kolben erst durch grössere Versuche ermittelt werden; es muss für die Reisenden sehr unangenehm sein, die schönen Alpen in einem dunkeln Tunnel zu durchfahren.

Seiler's Glocken oder aëro-hydrostatische Waage. Die bisher beschriebenen pneumatischen Bahnen theilen mit anderen Systemen mit feststehenden Motoren den Uebelstand, dass die Betriebskraft in sehr unvortheilhafter Weise nur sehr kurze Zeit, aber dann auch sehr intensiv wirken muss. Für die pneumatischen Bahnen ist durch den schweizerischen Nationalrath Seiler eine werthvolle Verbesserung durch die Angabe seiner Glocken gemacht worden. Es sind dies Kraftsammler (Accumulatoren) in Form gewöhnlicher mit atmosphärischer Luft gefüllter Gasometer mit Wasserabschluss, so beschwert, dass sie den nöthigen Druck erzeugen und von solcher Grösse, um die ganze Tunnelröhre zu speisen. Diese Glocken ruhen auf mehreren hydraulischen Pressen von grossem Hube, welche durch eine Kraftmaschine getrieben werden. Während die Kolben und mit ihnen die Glocke sich heben, strömt die atmosphärische Luft durch Ventile in die Letztere. Soll der Zug in Bewegung gesetzt werden, so sinkt zunächst die Glocke, bis die eingeschlossene Luft die nöthige geringe Verdichtung erlangt hat, bei welcher der Zug die Bewegung beginnt. Man sieht auch, dass die Geschwindigkeit des Zuges vollständig regulirt werden kann, je nachdem man die Glocke schnell oder langsam sinken lässt. Man wird aber durch Verwendung der Seiler'schen Glocken nur pneumatische Bahnen einseitig durch verdichtete Luft betreiben können; sie eignen sich demnach nur für stark geneigte Bahnen, bei denen die abwärts gerichtete Bewegung durch die Schwere allein bewerkstelligt wird.

Die Seiler'schen Glocken sind im Jahre 1865 durch Bergeron zum Be-

---

[16]) Nuovi studi commerciali e tecnici per la scelta del passaggio attraverso le alpi elvetiche etc. Turin 1865. I, p. 193 und 411.

triebe einer kleinen pneumatischen Eisenbahn bei Lausanne, welche 1877 als Seilbahn hergestellt worden ist [17]), ferner von Anderen im Jahre 1868 für den Betrieb einer Bahn über den St. Gotthard vorgeschlagen worden. [18]) Es sollten nach dem letzteren Projecte die stetige Entwickelung der Bahn zu einer Steigung von 25⁰/₀₀ und die Durchbohrung des Gebirgskammes (Project Bekh Gerwig) verlassen und dafür mehrere pneumatische Rampen von 10% Gefälle angelegt werden, die wieder mittelst gewöhnlicher Eisenbahnen mit mässigen Steigungen unter sich verbunden sein würden. Man hoffte auf sehr grosse Verminderung des Baucapitals.

Ein endgültiges Urtheil über den practischen Werth pneumatischer Eisenbahnen kann heute noch nicht ausgesprochen werden.

§ 11. Seilebenen. Geschichtliches. — Eisenbahnen, welche durch Seile von einer feststehenden Maschine betrieben wurden, waren im Gebrauche, ehe man die Locomotiven kannte; sie haben sich aus den Bergwerken auf die offen liegenden Strecken übertragen, als die Beförderung durch Zugthiere theuer und unbequem wurde. Besonders einfach gestalten sich die Seilbahnen, wenn ausschliesslich nach der Richtung des Gefälles die Lasten zu bewegen sind; man verfügt dann stets über eine übergrosse Arbeitskraft, die im Stande ist, die leeren Wagen emporzuheben, wenn diese mit den absteigenden beladenen Wagen vermittelst eines Seiles, welches auf dem Gipfel der Bahn über eine feste Rolle geführt ist, verbunden werden. Die Geschwindigkeit des ganzen Systems lässt sich leicht durch Bremsen an der oberen Rolle regeln.

Es wird kaum nöthig sein anzudeuten, dass das Seil auf der oberen Rolle die nöthige Reibung entwickeln muss, um ein Gleiten auf ihr unmöglich zu machen. Man wird nöthigenfalls zur Vergrösserung des Peripheriewinkels zu dem bekannten Mittel schreiten, durch Anbringung einer Gegenrolle eine mehrfache Umschlingung des Seiles einzuführen. Auch ändert sich die ganze Einrichtung wenig, wenn man statt eines Seiles und einer oberen Rolle zwei Seile mit zwei Seilscheiben anbringt, wobei sich das eine Seilende aufwickelt, das andere abwickelt.

Sind dagegen die Lasten auch bergan zu bewegen, oder ist das Gefälle so gering, dass auch bei abwärts gehenden Lasten die Schwerkraft nicht im Stande ist, die Reibungswiderstände zu überwinden, so ist die Hinzufügung einer neuen Betriebskraft, durch welche die erwähnten Rollen etc. umgedreht werden, unumgänglich.

Apparate ersterer Art sind unter dem Namen »Bremsberge« bei Bergwerksbetrieb, bei Erdarbeiten u. s. w. gebräuchlich; solche letzterer Art nehmen um so mehr den Charakter der Fördervorrichtungen bei Bergwerken an, je steiler die Bahnen sind; man wird sie bei Bahnen in bergigen Erz- und Kohlenbezirken, sowie beim Betrieb geneigter Ebenen an Schifffahrtscanälen nicht entbehren können. Es liegt nicht im Zweck dieser Abhandlung, Anlagen dieser Art näher zu verfolgen, und wird lediglich auf die betreffende Literatur verwiesen. [19]) Eine nähere Besprechung erfahren dieselben im 5. Bande dieses Handbuches.

Die Seilbahnen haben aber auch ihre Verwendung gefunden in den grossen

---

17) Polyt. Journal, Bd. 177, Heft 1, p. 13 und Polytechn. Centralblatt 1865, p. 1037.

18) Der Bund, 1868, 26. Febr. u. flgd.

19) Notizbl. d. hannov. Archit.- und Ing.-Vereins III. 1853/54, p. 479, Erdförderung auf selbstwirk. Ebenen von Durlach;

Dieselbe Zeitschr. I. 1851/52, schiefe Ebenen bei den Schieferbrüchen in Wales;

Schiefe Ebenen bei Erdarbeiten: Etzel, Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe, und Henz, Pract. Anleitung zum Erdbau 1856; 2. Aufl. 1868;

Plan incliné de la Levade près Alcais, Oppermann, portef. économ. 1863;

Hagen, Handbuch d. Wasserkunst III, 2. Theil, § 114;

Eisenbahnnetzen, welche den Weltverkehr vermitteln und welche ihre Fäden über alle Culturländer auszuspannen bestimmt sind. Es wird unsere Aufgabe sein, die Stellung der Seilbahnen in dieser Hinsicht zu schildern, ihren Werth festzustellen, den anderen Eisenbahnbetriebssystemen gegenüber, und anzugeben, welche Rolle ihnen gebührt bei den stets wachsenden Anforderungen des Verkehrs bei Ueberschreitung ländertrennender Gebirge.

Wie bereits bei Gelegenheit der Besprechung der atmosphärischen Bahnen, § 3, erwähnt, wurden die Locomotiven bei ihrem ersten Erscheinen mit grossem Misstrauen betrachtet und alle Mittel versucht, dieselben durch andere Motoren zu ersetzen. Einen merkwürdigen Beleg hierzu lieferte die London-Blackwall-Eisenbahn[20], welche 6400^m lang, auf einem Viaduct die ganze Metropolis durchschneidet, nur geringe Steigungen ($\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{150}$) zeigt und 7 Zwischenstationen berührt. Sie wurde mit Seilbetrieb versehen und durch 2 Dampfmaschinen von 280 und 480 Pferdekraft, von denen eine an jedem Ende der Bahn stand, bedient. Jede 15 Minuten folgte ein Zug dem anderen, die Fahrgeschwindigkeit betrug etwa 10 bis 12^m in der Secunde. Nach dynamometrischen Versuchen, welche im Mining-Journal 1848 angegeben sind, forderte die Bewegung des Seils allein, d. h. die passiven Widerstände des Systems, eine Kraft von 250 Pferdestärken. Hiernach stellte der Betrieb sich äusserst ungünstig dar und, nachdem die Furcht vor Feuersgefahr durch die Locomotiven mit Einführung von Funkenfängern beseitigt war, wurde die Bahn in eine viel vortheilhaftere Locomotivbahn verwandelt.

Bei anderen Bahnen ist man, soviel bekannt, nicht mehr in den Fehler verfallen, den Seilbetrieb bei kleinem Gefälle zu verwenden, vielmehr hat man sich darauf beschränkt, mit demselben nur sehr steile Strecken zu versehen, die man nicht durch eine Bahnentwickelung vermeiden konnte oder wollte, und welche man nicht glaubte mit Locomotiven betreiben zu können. Die Hauptfrage, bis zu welcher Steigung überhaupt der Locomotivbetrieb noch vortheilhaft sei, ist sehr verschieden beurtheilt worden und musste zu verschiedenen Zeiten nothwendigerweise verschieden beantwortet werden, je nachdem man über mehr oder weniger kräftige und vollkommene Locomotiven verfügen konnte, und man dazu übergegangen war, mehr oder weniger kräftige und dauerhafte Gleisconstructionen herzustellen. Immer wird jeder einzelne Fall eine besondere, auf die Terrainverhältnisse und Preissätze gegründete Einzeluntersuchung erfordern, um zu erforschen, ob es vortheilhaft ist, längere Bahnentwickelungen mit sanfterem Gefälle einzuführen oder kürzere aber steilere und, wie in der Folge hervortreten wird, meist gerade Strecken zu erbauen, eine Untersuchung, welche sich besonders auch noch auf die Kosten und Störungen des Betriebes auszudehnen hat.

Zunächst muss hier erwähnt werden, dass heute eine Menge steiler Bahnstrecken mit Locomotiven befahren werden, welche früher als Seilebenen betrieben wurden oder als solche eingerichtet waren. Es gehören hieher:

in England: die Manchester-Leeds-Bahn mit einer geneigten Ebene von $\frac{1}{19}$ Steigung, die Bahn von Glasgow nach Edinburgh (geneigte Ebene zu Cowlairs mit $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{41,5}$ Steigung; die Bahn von Birmingham nach Gloucester (die sogenannte Lickey-Steige von etwa 3400^m Länge) mit einer Steigung von $\frac{1}{37}$;

Schmid, Der Elbing-oberländische Canal. Erbkam's Bauzeitung XI, 29.

A. Bendel, Die Communicationen im Anthracitkohlen-Revier Pensylvaniens. Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen XI, 286—299.

[20]) Organ für d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1849.

- **in Frankreich**: die Bahn von Andrezieux nach Roanne, welche in der geneigten Ebene la Renardière eine Steigung von $\frac{1}{34,3}$ besitzt;
- **in Deutschland**: die Rheinische Eisenbahn in der geneigten Ebene von Aachen nach Ronheide 2086^m lang, mit einer Steigung von $\frac{1}{38}$;
- **in Italien**: die Turin-Genua-Bahn bei ihrem Ueberschreiten der ligurischen Apenninen auf der geneigten Ebene Dei Giovi zwischen Ponte Decimo und Busalla (7923^m lang in 2 durch eine kurze horizontale Strecke getrennten Theilen mit einer Maximalsteigung von $\frac{1}{28,6}$ und einer mittleren Steigung von $\frac{1}{35,8}$); sie wurde von dem belgischen Ingenieur Maus, dem Erbauer der geneigten Ebene zu Lüttich, in ganz ähnlicher Art für den Seilbetrieb projectirt und ausgeführt; das Triebwerk wurde jedoch fortgelassen und die Bahn bisher mit Locomotiven befahren.

Seilebenen für den grösseren Eisenbahnverkehr bestehen, abgesehen von einer kurzen, sehr steilen Bahn zwischen 2 Punkten der Stadt Lyon, den Stadtvierteln les Terreaux und la Croix-Rousse (500^m lang, Steigung $\frac{1}{6}$), in Europa, soviel bekannt, nur noch bei Lüttich, und zwar zwischen den Stationen Lüttich und Ans (2 durch eine 330^m lange Horizontale getrennte, geneigte Ebenen von 1880^m und 1980^m Länge bei $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{33}$ Steigung) [21]) und auf der von Wiebe erbauten Bahn von Düsseldorf nach Elberfeld zwischen Erkrath und Hochdahl (eine geneigte Ebene von 2450^m Länge bei $\frac{1}{30}$ Steigung). Aber auch auf erstgenannter Strecke bei Lüttich hat man begonnen, wenigstens die Personenzüge durch Locomotiven zu befördern, während für Güterzüge der Seilbetrieb heute noch beibehalten wird. Den Personenzügen giebt man, ähnlich wie bei der Aachener geneigten Ebene, ausser der an der Spitze des Zuges befindlichen noch eine zweite am Ende wirkende Locomotive.

In neuester Zeit hat der Seilbetrieb auf geneigten Ebenen eine erhöhte Beachtung erlangt durch das Agudio'sche System, an welches sich die Hoffnung geknüpft hat, in vortheilhafterer und sicherer Weise Gebirgsübergänge auf viel steileren und dabei gekrümmten Bahnen bewirken zu können, als bisher.

Literatur.

Annales des Mines 1861, p. 621; Polyt. Centralbl. 1862, p. 634. Broise und Thieffry, Album encyclopédique des Chemins de fer. Paris; Blatt 121—122; 130; 131; 133; 138; 148; 155 bis 157 und 162 mit einer Beschreibung nach Notizen der Erbauer Molinos und Pronnier.

Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-Wes. 1849; Förster's Bauzeitung 1842; Wiebe über d. Betriebskosten der etc., Literaturbl. 491, Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. in Preussen 1842; Egen, über den Betrieb stark geneigter Eisenb. (Düsseldorf-Elberfeld.)

§ 12. Die verschiedenen Anordnungen und Betriebsarten auf den geneigten Ebenen. — Die Seilebenen lassen sich in hauptsächlich 3 Gattungen eintheilen:

1. Seilebenen mit Locomotivbetrieb (selbstthätige Steigen).

Die Seilebene hat 2 Bahnen, von denen abwechselnd die eine zum Absteigen, die andere zum Aufsteigen der Züge dient. Ein Seil von der einfachen Länge der Ebene ist über eine obere Umkehrrolle vom Durchmesser der Gleisentfernung geschlungen und dient dazu, einen absteigenden Zug oder eine absteigende Locomotive mit dem aufsteigenden Zuge zu verbinden. Eine besondere feststehende Dampfmaschine ist nicht vorhanden. Lässt der Betrieb sich so gestalten, dass jeder Zug an der geneigten Ebene mit einem anderen kreuzt, so ist das Verfahren höchst einfach. Andernfalls, was bei jeder stark befahrenen Bahn vorkommen dürfte, wird auf der oberen

[21]) Annales des Ponts et Chaussées 1843, p. 120.

Bahnstrecke eine kräftige Locomotive aufzustellen sein, welche jedem aufsteigenden Zuge die Hülfsarbeit leistet.

Hauptbeispiel einer solchen Einrichtung ist die seit 1841 bestehende Steige von Erkrath nach Hochdahl, die anfänglich, aber nur wenige Monate, auch eine feststehende Dampfmaschine auf der oberen Station zum Aufziehen der Züge benutzte, sich aber bald zu dem oben beschriebenen Systeme umwandelte. In den letzten Jahren ist die geneigte Ebene mit 3 Gleisen versehen worden, von denen 2 zu dem beschriebenen Betriebe dienen, das dritte jedoch ausschliesslich für die herabsteigenden Züge bestimmt ist, welche nicht mit den aufsteigenden kreuzen. Das Herunterfahren geschieht ohne Weiteres mit Hülfe der Zug- und Tenderbremsen, sowie mit dem Gegendampf der Locomotive; man rechnet auf je 3 beladene Wagen eine Bremse und hält auf der Station Hochdahl stets einige mit Steinen beladene Bremswagen in Bereitschaft, um solche in den Zug einzuschalten, wenn es an der erforderlichen Anzahl derselben fehlt. Im Falle selbst eine beschleunigte Bewegung eintreten sollte, so würde dies leicht zu vermeidende Ereigniss keine weiteren Nachtheile mit sich führen, weil die Bahn am Fusse der geneigten Ebene ohne Stationsanlagen auf grosse Entfernung geradlinig und horizontal liegt, so dass die Geschwindigkeit bald gemässigt werden kann.

2. Seilebenen mit endlosem Betriebsseil und einer feststehenden Bewegungsmaschine. (Maus'sches System.)

Sie sind am häufigsten angewendet worden und bestehen ebenfalls aus einer Doppelbahn, in deren Gleismitten die auf- und absteigenden Zweige eines in sich selbst zurücklaufenden Seiles, auf Rollen gelagert, sich bewegen. Das eine Gleis ist ausschliesslich für die aufsteigenden, das andere für die absteigenden Züge bestimmt. An einem (meistens dem unteren) Ende der geneigten Ebene läuft das Seil über eine versenkte Umkehrrolle von einem Durchmesser gleich der Entfernung der Gleismitten voneinander; am anderen Ende dagegen erreicht das Seil mit einem Zweige die durch den Motor bewegte Treibrolle, welche Kehlen besitzt und über welche dasselbe, zur Erzeugung der nöthigen Reibung, unter Zuhülfenahme einer entsprechenden Gegenrolle, mehrfach geschlungen ist. Nach Verlassen der Treibrolle ist das Seil um eine Umkehrrolle geführt und erreicht hierdurch wieder den anderen Zweig desselben. Letztere Umkehrrolle ist nicht wie die Erstere in ihrer Achse unverrückbar, vielmehr steht dieselbe auf einem Wagengestelle, welchem durch ein freihängendes Gewicht der nöthige Zug ertheilt wird und wodurch das Seil die Fähigkeit erlangt, sich auszudehnen, ohne an Spannung zu verlieren. Unwesentlich ist es hierbei, ob die Treibrolle über oder unter der Ebene der Bahn liegt. Der aufsteigende Wagenzug wird mit dem Seile vermittelst Zangen, in welche dasselbe eingeklemmt wird, verbunden. Der absteigende Wagenzug hat mit dem Seile keinen Zusammenhang, sondern wird durch Bremsen in seiner Geschwindigkeit geregelt. Die Zangen sind an besonderen Wagen, welche dem aufsteigenden Eisenbahnzuge vorangehen und folgen, befestigt; dieselben Wagen tragen wirksame Bremsapparate und werden den absteigenden Zügen vorgesetzt, weil man sonst durch die gewöhnlichen Wagenbremsen nicht im Stande sein würde, die erforderliche Hemmung zu erzeugen. Die Bremswagen bilden also hier eine bedeutende nutzlose Last, welche stets von dem Motor mit emporgezogen werden muss und eine grosse Arbeitskraft verzehrt. Die geneigten Ebenen von Lüttich und Aachen, von denen die Erstere, wie erwähnt, wenigstens theilweise noch den Seilbetrieb beibehalten hat, sind als Hauptbeispiele dieses Systems anzuführen.

3. Agudio's Seilebene.

Der italienische Ingenieur Thomas Agudio hat im Jahre 1863 eine eigenthümliche Anordnung von Seilebenen entworfen und dieselben auf einer Versuchsstrecke der Turin-Genua-Bahn, welche in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Eisenbahntechniker auf sich gezogen hat, ausgeführt. Die Agudio'sche Seilebene ist vor allen Dingen eine eingleisige Bahn und ist bestimmt, die Züge nach beiden Richtungen zu befördern. Auch hier, in Uebereinstimmung mit den unter 2. besprochenen Anlagen, ist ein in sich selbst zurückkehrendes Seil (Treibseil; câble moteur), welches an beiden Enden über Rückkehrrollen läuft und unterwegs auf leicht bewegliche kleine Rollen gelagert ist, angeordnet. Beide Zweige dieses Seils liegen innerhalb desselben Gleises und nahe bei den Schienen. Das Treibseil dient jedoch nicht unmittelbar dazu, den Zug emporzuziehen, vielmehr ist es dazu verwendet, beiderseitig Rollen zu bewegen, welche an einem besonderen Rollenwagen (Locomoteur) angebracht sind, und mittelst Uebersetzungswerk (Räder und Frictionsscheiben) denselben langsamer vorwärts zu bewegen, als sich selbst. Dieses Vorwärtsbewegen geschieht vermittelst eines dritten viel stärkeren Seiles, welches wir das Schleppseil nennen mögen (câble d'adhérence) und welches, die Mitte des Gleises einnehmend, über ein paar mit mehreren Kehlen versehene, von dem Treibseil in Bewegung gesetzte Rollen des Rollenwagens geschlungen ist. Das Schleppseil hat keine eigene Bewegung, sondern dient nur zum sicheren Angriff der Zugkraft, da die Reibung der Räder des Rollenwagens, bei dessen geringem Gewichte, nicht wie bei den gewöhnlichen Locomotiven zu diesem Zwecke ausreichen würde. Das Schleppseil ist hier also ganz analog angeordnet, wie die in einem Strom versenkte Kette oder das Tau bei dem Betriebe der Ketten- oder Tauschleppschifffahrt (tonage, Tauerei), wie solche bereits mehrfach, namentlich auf französischen und belgischen, neuerdings auch auf deutschen Flüssen, in Anwendung gekommen ist. Das Schleppseil erzeugt also eine künstliche Adhäsion und kann durch Zahnstangen oder durch eine Mittelschiene, wie bei dem Fell'schen Locomotivsystem, ersetzt werden, wie solches an einer Bahnstrecke bei Lans le Bourg am Mont Cenis neuerdings ausgeführt worden ist. Die Strecke ist 2300^{m} lang, ersteigt eine Höhe von 537^{m} bei einer grössten Steigung von 0,381. Die Betriebskraft wird durch 2 Turbinen von 1000 Pferdekräfte erzeugt. Siehe: Der practische Maschinen-Constructeur 1876, p. 247—250.

Die Agudio'sche Seilebene besitzt noch einen zweiten, wesentlichen Unterschied gegen die sonst gebräuchliche Seilebene: sie verwendet nämlich zwei zu gleicher Zeit arbeitende Motoren (bei der Versuchsebene zwei als stehende Maschinen wirkende Locomotiven), einen am oberen, den anderen am unteren Ende der geneigten Ebene, die das Seil vermittelst je eines Paares mehrmals umschlungener Treibrollen angreifen. Da nun, wie schon erwähnt, beide Seilzweige mit den Betriebsrollen des Rollenwagens in Verbindung stehen, so überträgt das Seil in jedem Zweige nur die halbe Arbeit, welche zur Beförderung des Eisenbahnzuges erforderlich ist. Es wird kaum nöthig sein anzudeuten, dass sowohl das Schleppseil als die auf Wagen gestellten Umkehrrollen für das Treibseil an beiden Enden der geneigten Ebene mit Spannvorrichtungen versehen sein müssen.

In Bezug auf die Herstellung und Beschaffenheit der zum Betriebe der geneigten Ebenen überhaupt verwendeten Seile muss angeführt werden, dass die älteren Anlagen meist Hanfseile benutzten (z. B. London-Blackwall-Bahn, Düsseldorf-Elberfeld etc.), dass man jedoch sehr bald genöthigt war, dieselben durch Drahtseile (oder Stahlseile)

zu ersetzen. Diese sind meistens von cylindrischem Querschnitt, aus 6 Litzen bestehend, jede Litze aus 6 Drähten, oft um einen hanfenen Kern gewunden. Letztere Zugabe scheint, der leichteren Biegsamkeit wegen, nachahmenswerth. Flache Seile sind ebenfalls, sowie zusammengenietete Flacheisenstreifen, namentlich bei sehr steilen Bahnen, in Benutzung gekommen; sie haben den Vorzug geringerer Arbeitsverluste bei der Biegung, schliessen aber die Verwendung in den beschriebenen Systemen aus und fordern Maschinen mit Seiltrommeln, ähnlich wie bei den Fördermaschinen für Bergwerke.

§ 13. Nutzeffect der Seilebenen. — Nach diesen kurzen vorläufigen Beschreibungen wird es nicht schwer sein, den ökonomischen Werth des Betriebes auf den verschieden angeordneten Seilebenen zu untersuchen.

Es sei analog mit der entsprechenden Berechnung in § 1

- P_1 das Gewicht des Zuges (ohne Locomotive, Bremswagen, Rollenwagen etc.) in Kilogr.;
- v die Zuggeschwindigkeit pro Secunde in Metern;
- η der Neigungswinkel der Bahn gegen die Horizontale;
- $a + bv^2 = 0{,}003 + 0{,}00002v^2$ der Widerstandscoëfficient eines Zuges auf horizontaler gerader Bahn;
- l in Metern, die Länge der geneigten Ebene (es handelt sich hierbei nur um einen Ausdruck der Seillänge; l ist in jedem Falle daher so gross zu nehmen, als der entwickelten Länge des Seiles entspricht;
- ω der Querschnitt des Seiles in Quadratmetern;
- γ das Gewicht eines Cubikmeters Eisen in Kilogr.;
- k die Anstrengung des Eisens im Treibseil pro Quadratmeter in Kilogr.;
- o ein Coëfficient, welcher, mit dem Gewichte des Seiles multiplicirt, den Widerstand des Seiles gegen seine Bewegung ausdrückt. Er ist abhängig von dem Durchmesser des Seiles und der Seilrollen, der Anzahl der Umschlingungen, von der Construction und Vollkommenheit der Unterstützungsrollen u. s. w. Ohne in eine leicht auszuführende Einzelrechnung einzutreten, nehmen wir diesen Coëfficienten als constant für alle Seilsysteme an, weil die Güte und Zweckmässigkeit der ganzen mechanischen Einrichtung bei allen gleich gedacht werden kann. Bei der von Maus construirten und im Einzelnen berechneten geneigten Ebene zu Lüttich findet sich $o = \frac{1}{16}$.[22])
- φ der Coëfficient der Reibung zwischen Schiene und Rad (im Mittel $\frac{1}{8}$).

1. Seilebenen mit Locomotivbetrieb (selbstthätige Seilebenen).

Es sei ferner

- P das Gewicht einer Locomotive in Kilogr.;
- N die Anzahl der von ihr bei voller Leistung entwickelten Pferdekräfte;
- m derjenige Theil von P, welcher zur Adhäsion verwendet wird.

Endlich werde, wie früher, angenommen, dass das Gewicht der Locomotive $\frac{7}{6}$mal so viel Reibung erzeuge, als das gleiche Gewicht des Wagenzuges.

Die beiden zur Bewegung dienenden Locomotiven mögen als gleich schwer in Rechnung gesetzt werden. Dann ist die Widerstandsarbeit bei Durchlaufung des Weges von 1 Meter:

---

22) Vergl. Annales des Ponts et Chaussées, 1843, p. 129 ff.

a. ohne Rücksicht auf die Steigung der Bahn $= \left(2 \cdot \frac{7}{6} \cdot P + P_1\right)(a + b v^2) \cos \gamma_1$

b. nur durch die Steigung der Bahn (da die beiden P in ihrer Lage zur Schwerkraft sich nicht ändern) $= P_1 \cdot \sin \gamma_1$

c. durch das Seil allein.

Das Seil hat die Zugkraft nur der absteigenden Locomotive auszuhalten, nämlich:

$P \cos \gamma_1 \cdot m \varphi - \frac{7}{6} \cdot P \cos \gamma_1 (a + b v^2) + P \cdot \sin \gamma_1$: der Querschnitt desselben ist also

$P \frac{\left(m \varphi - \frac{7}{6} \cdot (a + b v^2)\right) \cos \gamma_1 + \sin \gamma_1}{k}$ und sein Widerstand gegen die Bewegung

$P \cdot \frac{l \cdot \gamma \cdot o}{k} \left[\sin \gamma_1 + \left(m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right) \cos \gamma_1\right]$

Setzt man daher einerseits die unter a. b. c. berechneten Widerstände andererseits gleich der Summe der Zugkräfte beider Locomotiven, so folgt

$$(1) \quad \left(2 \cdot \frac{7}{6} \cdot P + P_1\right)(a + b v^2) \cdot \cos \gamma_1 + P_1 \sin \gamma_1 + P \frac{l \cdot \gamma \cdot o}{k} \left[\sin \gamma_1 + \left(m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right) \cos \gamma_1\right] = 2 \cdot m \varphi \cos \gamma_1 \cdot P.$$

Ferner folgt wie früher (§ 1)

$$(2) \quad \frac{P}{110} = N$$

$$(3) \quad 75 \cdot N = m \varphi \cos \gamma_1 \cdot P \cdot v$$

Aus Gleichung (2) und (3) ergiebt sich sofort

$$(4) \quad v = \frac{74}{110 \cdot m \varphi \cos \gamma_1} = \frac{0{,}682}{m \varphi \cdot \cos \gamma_1} \text{ oder } m \varphi = \frac{75}{110 \cdot v \cdot \cos \gamma_1}$$

und aus Gleichung (1) folgt unmittelbar

$$(5) \quad P_1 = P \cdot \frac{2 m \varphi - \frac{7}{3} (a + b v^2) - \frac{l \gamma o}{k} \left[\operatorname{tg} \gamma_1 + m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right]}{a + b v^2 + \operatorname{tg} \gamma_1}$$

Die Rohleistung dieses Seilbetriebes ist gleich $2 N = \frac{2 P}{110}$ Pferdekraft oder $L_0 = \frac{2 P}{110} \cdot 75$ Kilogrammmeter in einer Secunde; die Nutzleistung dagegen ist unter Vollrechnung der Geschwindigkeitseinflüsse (vergl. § 1, 2): $L_2 = P_1 (\cos \gamma_1 (a + b v^2) + \sin \gamma_1) v$ ebenfalls in Kilogrammmeter in einer Secunde. Der ökonomische Werth (Güteverhältniss, Nutzeffect) ist also $\frac{L_2}{L_0} = P_1 \frac{(\cos \gamma_1 (a + b v^2) + \sin \gamma_1) v}{P \cdot \frac{2 \cdot 75}{110}}$ oder nach Einsetzung des Werthes von P_1 aus Gleichung (5)

$$(6) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{11}{15} v \cdot \cos \gamma_1 \left[2 m \varphi - \frac{7}{3} (a + b v^2) - \frac{l \gamma o}{k} \left(\operatorname{tg} \gamma_1 + m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right)\right]$$

oder durch Benutzung von Gleichung (4)

$$(6^a) \quad \frac{L_2}{L_0} = 1 - \frac{l \gamma o}{2 k} - \frac{11}{15} v \cos \gamma_1 \left\{\frac{7}{6} (a + b v^2) \left(2 - \frac{l \gamma o}{k}\right) + \frac{l \gamma o}{k} \operatorname{tg} \gamma_1\right\}$$

Man sieht aus dieser Formel, dass der Nutzeffect dieser Seilebenen abnimmt, wenn o, l oder v zunehmen, oder k abnimmt.

2. Seilebenen mit endlosem Betriebseil (Maus'sches System).

Der Zug P_1 ist begleitet von 2 Bremswagen, welche die Zangen zum Festhalten des Seiles tragen und welche bei etwaigem Brechen des Seiles dem Zuge zur Sicherung dienen. Das Gewicht eines Bremswagens sei $= Q$ (bei der Lütticher oder Aachener geneigten Ebene $Q = 10000$ Kilogr.), das Seil hat die Länge $2l$.

Es besteht dann die Gleichung:

$$(P_1 + 2Q)\left[\cos\gamma_1 (a + b v^2) + \sin\gamma_1\right] + \omega \, . \, 2l \, \gamma \, . \, o = \omega \, . \, k \, , \text{ woraus}$$

(7) $$\omega = \frac{\cos\gamma_1 (a + b v^2) + \sin\gamma_1}{k - 2l\gamma o} (P_1 + 2Q)$$

Der Nutzeffect dieses Betriebes drückt sich aus durch

$$\frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1\left((a + b v^2)\cos\gamma_1 + \sin\gamma_1\right) v}{\omega \, . \, k v}$$

oder nach Substitution von Gleichung (7)

(8) $$\frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1}{P_1 + 2Q}\left(1 - \frac{2l\gamma o}{k}\right)$$

Setzt man $2Q$ so gross, dass die Bremswagen im Stande sind, den Wagenzug auf der geneigten Ebene festzuhalten, so muss sein:

$2Q \, . \, \cos\gamma_1 \, . \, \varphi = (P_1 + 2Q)(\sin\gamma_1 - a \, . \, \cos\gamma_1)$, woraus $2Q = P_1 \dfrac{\sin\gamma_1 - a\cos\gamma_1}{(a + \varphi)\cos\gamma_1 - \sin\gamma_1}$;

durch Einsetzung dieses Werthes in Gleichung (8) erfolgt:

(9) $$\frac{L_2}{L_0} = \frac{a + \varphi - \operatorname{tg}\gamma_1}{\varphi}\left(1 - \frac{2l\gamma o}{k}\right)$$

Die Leistung des Betriebes wächst demnach mit k und nimmt ab, wenn l, o und γ_1 zunehmen, ist aber unabhängig von der Geschwindigkeit v.

3. Agudio's Seilebene.

Der Zug P_1 ist begleitet von einem Rollenwagen, dessen Gewicht $= S$ (auf der Versuchsstrecke zu Dusino $S = 20000$ Kilogr.) sein mag. Der Einfluss des Schleppseiles mit seinen Umwindungen sowie des Triebwerkes an dem Rollenwagen kann nach den Versuchen und den speciellen Berechnungen annähernd ausgedrückt werden durch einen Coëfficienten $\frac{4}{3}$, mit welchem die Gewichte P_1 und S zu multipliciren sind. Die Länge des Treibseiles ist $= 2l$; das Verhältniss der Geschwindigkeit desselben zur Zuggeschwindigkeit sei $= n$.

Der Widerstand des Zuges nebst dem des Rollenwagens ist dann

$$\frac{4}{3}(P_1 + S)\left((a + b v^2)\cos\gamma_1 + \sin\gamma_1\right)$$

der Widerstand des Treibseiles dagegen $\omega \, . \, 2l \, . \, \gamma \, . \, o$.

Die Arbeit der Widerstände ist gleich der Arbeit der beiden Seilzweige, also in einer Secunde

$$\frac{4}{3}(P_1 + S)\left((a + b v^2)\cos\gamma_1 + \sin\gamma_1\right) v + \omega \, . \, 2l \, . \, \gamma \, . \, o \, . \, n \, . \, v = 2\omega k n v \, ,$$

woraus sich ergiebt

(10) $$\omega = \frac{\frac{4}{3}(P_1 + S)\left((a + b v^2)\cos\gamma_1 + \sin\gamma_1\right)}{(k - l\gamma o) 2n}$$

Der Nutzeffect des Betriebes drückt sich demnach aus durch

(11) $$\frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1\left((a + b v^2) \cos \gamma_1 + \sin \gamma_1\right) r}{2 \omega k n v} = \frac{3}{4} \frac{P_1}{P_1 + S}\left(1 - \frac{l \gamma o}{k}\right)$$

Giebt man zu, dass der Sicherheit wegen S nicht leichter gehalten werden darf, als erforderlich ist, um beim Brechen des Schleppseiles durch die Bremsen des Rollenwagens das Herabrollen des Zuges zu verhindern, so folgen dieselben Schlüsse, welche vorher sub 2 für das Gewicht $2\,Q$ ausgesprochen wurden, und man erhält $S = 2\,Q = P_1 \frac{\sin \gamma_1 - a \cos \gamma_1}{(a + \varphi) \cos \gamma_1 - \sin \gamma_1}$. Durch Einsetzung dieses Werthes in Gleichung (11) ergiebt sich dann

(12) $$\frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4} \frac{a + \varphi - \operatorname{tg} \gamma_1}{\varphi}\left(1 - \frac{l \gamma o}{k}\right)$$

Dieser Ausdruck, übereinstimmend mit Gleichung (9), ergiebt den Nutzeffect der Agudio'schen Seilebene wachsend mit k, aber abnehmend, wenn l, o und γ_1 zunehmen, jedoch unabhängig von der Geschwindigkeit v und dem Uebersetzungsverhältnisse n. Dieses letztere Resultat ist namentlich wichtig den oft geäusserten Meinungen gegenüber, welche einen Hauptvorzug des Agudio'schen Systems gerade in der Geschwindigkeitsübersetzung suchen.

Vergleicht man die Ausdrücke (9) und (12) miteinander, so erkennt man sofort die nützliche Einrichtung der Agudio'schen Seilebene in der Herstellung zweier getrennter Motoren, durch welche jedem Seilzweige nur die Hälfte der Gesammtarbeit aufgebürdet wird. In der Formel (12) ist nämlich l mit dem Factor 1, in der Formel (9) mit dem Factor 2 behaftet. Andererseits sinkt der Nutzeffect derselben durch die Widerstände des mittleren Schleppseiles, was durch den Coëfficienten $\frac{3}{4}$ der Formel (12) ausgesprochen ist.

Der Agudio'schen Seilebene sind mehrere vorzügliche Eigenschaften zuzusprechen, die mehr practischer Art sind und später bei der Beschreibung derselben näher erörtert werden sollen. Hier mag noch angeführt werden, dass dem Treibseile nur die Aufgabe der Bewegung des Zuges, nicht dessen sicheres Festhalten, was das Schleppseil vorzugsweise zu leisten hat, zufällt. Dadurch ist es offenbar erlaubt, die Anstrengung des Materials, also k, sehr hoch zu greifen: wodurch die Leistung (nach Gleichung (12)) wesentlich erhöht wird. Da nun kein Grund verbietet, ebenfalls die Geschwindigkeit des Treibseiles sehr gross zu halten, also n gross zu nehmen, vielmehr sich nachweisen lässt, dass das Maximum der Leistung einer Drahtseiltransmission bei sehr grosser Geschwindigkeit des Seiles, etwa bei 50 Meter in der Secunde, liegt, so kann der Querschnitt desselben (nach Gleichung (10)) sehr klein werden. Man hat es daher in der Gewalt, selbst bei Verwendung des allerbesten Materials (Stahl) für das Betriebsseil, die Ausgaben für dasselbe mässig zu halten und kann, ohne in zu ungünstige Nutzeffecte zu gerathen, eine grosse Länge l der Seilebene ungetheilt durchführen.

Die vorstehenden Resultate sind ausreichend, um die Dimensionen des Triebwerks einer Seilebene zu bestimmen, wenn das Gewicht und die Geschwindigkeit des zu bewegenden Zuges, sowie die Länge und Steigung der Bahn gegeben sind. Um einen unmittelbaren Einblick, namentlich in den gegenseitigen Betriebswerth der verschiedenen Seilsysteme und im Vergleich mit dem Locomotivsysteme, zu thun, wird es nothwendig sein, einige Zahlenwerthe für die Nutzeffecte $\frac{L_2}{L_0}$ zu berechnen, wenn

den verschiedenen Grössen in den Ausdrücken verschiedene mögliche Werthe ertheilt werden.

Auf den Aachener und Lütticher Seilebenen wurden Drahttaue von 2,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter gewählt, bei einer Maximalzugkraft von 2691 Kilogr.; hieraus folgt ein Querschnitt des Eisens im Seil = 3,2 □Centimeter und k = 8410000 Kilogr. Agudio dagegen erwähnt in seiner Broschüre über sein System[23] für Lüttich k = 13000000 Kilogr. pro □Meter, was jedenfalls sehr hoch erscheint. Er gebraucht auch diesen Coëfficienten zur Bestimmung der Abmessungen seines Schleppseiles und nimmt ferner für das Treibseil aus Stahl k = 23000000 Kilogr. pro □Meter.

Für k werden die Werthe $k = 8000000$ und $k = 20000000$ Kilogr. pro □Meter eingeführt, wo sich die erstere Zahl auf Eisen, die zweite auf Stahl bezieht.

Für l werden gesetzt 3000 und 6000 Meter;

$$\gamma = 7800\,;\quad o = \frac{1}{16}\,;\quad a = 0{,}003\,;\quad b = 0{,}00002\,;\quad \varphi = \frac{1}{6}\,;$$

für drei verschiedene Fälle sei: $\operatorname{tg}\eta_{\prime} = 0{,}0\,;\ 0{,}04\,;\ 0{,}10$.

In der Gleichung (6ᵃ) kommt ausser l, k und $\eta_{\prime}$ noch v als variable Grösse vor; um nun die Tabelle nicht übergross zu machen, ist $v = 8$ Meter oder 4 Meter in der Secunde gesetzt, aber es sind dabei nur die Combinationen

$\operatorname{tg}\eta_{\prime} = 0{,}0$, $v = 8$ (wobei für Locomotivbetrieb $m = \frac{1}{2}$ wird) und

$\operatorname{tg}\eta_{\prime} = 0{,}1$, $v = 4$ (wobei für Locomotivbetrieb $m = 1$ wird)

betrachtet worden. (Vergleiche Tabelle § 1.)

I. Selbstwirkende Seilebene mit Locomotivbetrieb.

$$(10^{a})\qquad \frac{L_2}{L_0} = 1 - \frac{l\gamma o}{2k} - \frac{11}{15}\, v \cos\eta_{\prime}\left\{\frac{7}{6}(a + b v^2)\left(2 - \frac{l\gamma o}{k}\right) + \frac{l\gamma o}{k}\operatorname{tg}\eta_{\prime}\right\}$$

	$k = 8000000$ Kilogr.		$k = 20000000$ Kilogr.	
	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}0$; $v = 8$ (hierbei ist $m = \frac{1}{2}$)	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}1$; $v = 4$ (hierbei ist $m = 1$)	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}0$; $v = 8$ (hierbei ist $m = \frac{1}{2}$)	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}1$; $v = 4$ (hierbei ist $m = 1$
$l = 3000$ Meter	0,855	0,835	0,907	0,920
$l = 6000$ Meter	0,769	0,692	0,872	0,863

II. Seilebene mit endlosem Seil (Maus'sches System). Seilebene zu Lüttich und Aachen.

$$(9)\qquad \frac{L_2}{L_0} = \frac{a + \varphi - \operatorname{tg}\eta_{\prime}}{\varphi}\left(1 - \frac{2l\gamma o}{k}\right)\ \text{(unabhängig von } v\text{)}$$

	$k = 8000000$ Kilogr.			$k = 20000000$ Kilogr.		
	$\operatorname{tg}\eta_{\prime} = 0{,}0$	0,04	0,10	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}0$	0,04	0,10
$l = 3000$ Meter	0,645	0,493	0,265	0,8 9	0,664	0,357
$l = 6000$ Meter	0,273	0,209	0,112	0,720	0,550	0,297

[23]) Mémoire sur un nouveau système de traction sur les plans inclinés par le Chev. Thomas Agudio, Turin 1863.

III. Agudio's Seilebene mit einem endlosen Treibseil und einem festliegenden Schleppseil.

(12) $$\frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4}\,\frac{a + \varphi - \operatorname{tg}\eta}{\varphi}\left(1 - \frac{l\gamma o}{k}\right)$$ (unabhängig von v)

	$k = 8000000$ Kilogr.			$k = 20000000$ Kilogr.		
	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}0$	0,04	0,10	$\operatorname{tg}\eta = 0{,}0$	0,04	0,10
$l = 3000$ Meter	0,624	0,477	0,256	0,708	0,541	0,290
$l = 6000$ Meter	0,484	0,370	0,199	0,653	0,499	0,268

Diese Resultate bestätigen, dass der Nutzeffect des Betriebes auf Seilebenen durchaus zu Gunsten der selbstthätigen Seilebenen mit Locomotivbetrieb sich ergiebt, dass derselbe in der That unter allen Umständen bedeutend grösser ist, als bei den anderen Seilebenen, und dass er zwar abnimmt, wenn die Zuggeschwindigkeit und die Steigung der Bahn wachsen, oder die Anstrengung des Seiles niedriger genommen wird, dass er aber stets noch sehr hoch bleibt.

Der Nutzeffect der beiden anderen Seilebenen, der mit endlosem Seil und der Agudio'schen Ebene, sind nicht sehr bedeutend von einander verschieden; das eine System steht dem anderen vor oder nach, je nach den Bahn- und Anstrengungsverhältnissen. Jedoch kann der Agudio'schen Construction mit geringen Kosten ein Treibseil von besserem Stoff (Stahl) gegeben werden, als der anderen, wodurch bei grösseren Längen und stärkeren Steigungen dem ersteren Systeme doch ein Vortheil erwächst.

Vergleicht man die Seilebenen mit den Bahnen, welche nur mit Locomotiven ohne Seil betrieben werden (cf. die Tabelle § 1), so ergiebt sich, dass dem Locomotivbetriebe für schwach geneigte Bahnen ganz entschieden der Vorzug gebührt, aber auch für stark geneigte Bahnen, wenn die Zuggeschwindigkeit klein gehalten werden kann. Nur bei grösserer Geschwindigkeit und sehr steilen Bahnen wird der Betrieb der Seilbahnen günstiger.

Die Seilebenen sind andererseits den älteren atmosphärischen Bahnen, welche mit grosser Luftverdünnung arbeiteten, durchaus überlegen, werden aber in Bezug auf Nutzeffect von den pneumatischen Bahnen überflügelt. Diese geben überhaupt für starke Steigungen den grössten Nutzeffect, und es können nur die allerdings ausserordentlich gewichtigen Schwierigkeiten und Kosten ihrer Herstellung und Unterhaltung, sowie die Unannehmlichkeit ihrer Benutzung gegen deren Einführung sprechen.

Es erklärt sich aus diesen Untersuchungen, wie berechtigt die Praxis des Eisenbahnbetriebes verfuhr, wenn sie in den meisten Fällen die Locomotive an die Stelle der Seilmaschinen und atmosphärischen Apparate setzte. Nur in ganz ausserordentlichen Fällen, die vielleicht bei den gesteigerten Anforderungen an neue Bahnen, namentlich an Gebirgsbahnen, häufiger hervortreten können, wird man wohl daran thun, andere Motoren als Locomotiven zu gebrauchen.

Beschreibung einiger Seilebenen.

§ 14. Die geneigten Ebenen bei Lüttich und Aachen.[24]) — Die Eisenbahn, welche Köln mit den belgischen Seehäfen Antwerpen und Ostende verbindet, war einer der ersten auf dem europäischen Continente erbauten grossen Verkehrswege: sie durchschneidet die Flussgebiete des Rheins, der Maas und der Schelde und überschreitet also zwei Hauptwasserscheiden. Die Bahn berührt die Städte Aachen und Lüttich und trifft an beiden Stellen insofern ernstliche Schwierigkeiten, als einerseits die Hochebene von Eupen, der höchste Punkt der Bahnlinie zwischen Rhein und Maas, andererseits die Hochebene bei Ans, der höchste zwischen Maas und Schelde, so dicht heranrücken, dass eine Längenentwickelung mit geringem Gefälle nur mit grossen Geldopfern hergestellt werden konnte. Man entschloss sich zur Herstellung von stark geneigten Ebenen mit Seilbetrieb. Die Bahnhöfe von Aachen und Lüttich liegen sehr unzweckmässig, unmittelbar an den Fusspunkten derselben, der Erstere sogar in kurz gekrümmter S-förmiger Gestalt, der Letztere dagegen geradlinig.

Die geneigte Ebene von Lüttich (zwischen Lüttich und Ans) wurde zuerst erbaut (begonnen Ende 1838, vollendet Anfang 1842); sie ist, vorzugsweise um den Nutzeffect des Betriebes zu steigern, dann aber auch im Anschluss an die Gestaltung des Geländes, in zwei gesonderte, geradlinige, in einem stumpfen Winkel von 148° zusammenstossende, gleich lange Strecken getheilt. Die Verbindungsbahn ist 230^m lang, horizontal und grösstentheils in einem Bogen von 350^m Radius angelegt. Die Gefälle der geneigten Ebene sind nicht constant, sondern wie folgt vertheilt:

obere geneigte Ebene		untere geneigte Ebene	
Länge	Steigung	Länge	Steigung
90 Meter	0,015	80 Meter	0,015
1150 -	0,030	1273 -	0,030
628 -	0,028	489 -	0,028
112 -	0,014	138 -	0,014
1980 Meter	Gesammtsteigung 55^m,00;	1980 Meter	Gesammtsteigung 55^m,00.

Die geneigten Ebenen sind zweigleisig und werden durch zwei in sich selbst zurückkehrende Drahtseile von 2,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter betrieben; jede Ebene hat ein besonderes Betriebsseil; die Züge fahren auf dem rechtsseitigen Gleise. Die Betriebsdampfmaschinen für beide Ebenen befinden sich vereinigt in einem Gebäude auf der mittleren Horizontalfläche, seitwärts von der Bahn derartig aufgestellt, dass vom Standpunkte des Maschinisten aus beide Seilbahnen ihrer ganzen Länge nach übersehen werden können. Dem Maschinenhaus gegenüber liegt das mit 6 Kesseln ausgestattete Kesselhaus. Die allgemeine Einrichtung des Betriebes ist bereits im § 12, 2 angegeben worden. Sinnreich und elegant ist die Anordnung der Maschinen.

Die von der Dampfmaschine unmittelbar getriebenen Seilrollen (die Treibrollen) liegen über der Ebene der Bahn, sie sind mit 5 Kehlen versehen und haben 4^m,80 Durchmesser. Zu jedem Betriebsseile gehören natürlich zwei solcher Rollen, die einander gleich sind und deren Achsen um ein Geringes gegeneinander geneigt sind, so dass das von der einen Rolle ablaufende Seil einer Kehle der gegenüberliegenden Rolle entspricht. Es finden sich also im Maschinenhause zwei Paar durchaus gleich-

[24]) Annales d. P. et Ch. 1843, p. 129; Heusinger v. Waldegg, Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwes. 1849, p. 5.

gestaltete fünfspurige Treibrollen vor, von denen jedes Paar einer der beiden Seilebenen zugehört. Die Treibrollen sind aber ausserdem so aufgestellt, dass die Achsen der entsprechenden Treibrollen der verschiedenen Paare in ein und dieselbe gerade Linie fallen. Die Linien gehen durch die Krummzapfenwellen der Betriebsdampfmaschinen, welche in Gestalt von zwei Paar Doppelmaschinen mit tiefliegenden Balanciers angeordnet sind. Jede Treibrolle kann mit der Krummzapfenwelle des entsprechenden Dampfmaschinenpaares vermöge einer leicht lösbaren Kuppelung verbunden werden. Zur Bewegung des Seiles auf einer Ebene ist es erforderlich, dass eine beliebige der beiden Treibrollen, welche ihr zugehören, umgedreht werde; jedoch ist es unzulässig, dass beide Rollen zu gleicher Zeit getrieben werden, weil es kaum zu erreichen sein dürfte, dass die erzielten Peripheriegeschwindigkeiten durchaus gleich gross ausfallen. Es ist nun einleuchtend, dass man durch die gewählte Anordnung im Stande ist, nach Willkür jede Seilebene mit jedem Dampfmaschinenpaare zu treiben, also auch ein Maschinenpaar ohne Störung des Fahrdienstes bei Ausbesserungen ganz ausser Thätigkeit zu setzen. Durch diese Combination der Dampfmaschinen werden viele Vortheile, Ersparniss am Betriebspersonal und Sicherheit des Dienstes erreicht. Die Aufstellung der Dampfmaschinen am Fuss der oberen geneigten Ebene hat aber auch den Nachtheil, dass für diese das Drahtseil stärker in Anspruch genommen wird, als bei der unteren, indem dort die Reibungswiderstände des absteigenden Seiles zu der sonst nöthigen Zugkraft hinzutreten. Mit den Treibrollen zusammengegossen ist eine Bremsscheibe, über welche kräftig wirkende Bremsringe geführt sind. Die Bremsen jedes Treibrollenpaares hängen durch Hebel zusammen und sind vom Stande des Maschinisten aus zu bewegen. Sie dienen zur Mässigung der Geschwindigkeit nach vollendeter Arbeit, sowie bei etwa eintretendem Seilbruche.

Jede Doppelmaschine hat nominal 160 Pferdekraft (2 × 80); sie wirkt mit Niederdruck und Condensation; die Dampfspannung ist $^1/_3$ Atmosphäre über den äusseren Luftdruck. Jeder der beiden Dampfcylinder hat $1^m,245$ Durchmesser und 1^m37 Hub; die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute ist 22. Eine kleinere, im Hintergrunde des Gebäudes aufgestellte Dampfmaschine hat das Herbeischaffen des Wassers, Speisen der Kessel und Auspumpen der Condensatoren zu besorgen.

Zum Anspannen jedes Seiles dient eine auf einen Wagen gestellte Umkehrrolle; dieser Wagen läuft auf einem Gleise ausserhalb des Maschinenhauses und ist mit einer Kette in Verbindung, deren anderes Ende über eine Rolle geführt ist und ein Gewicht von 7000 Kilogramm trägt, welches in einem tiefen Schachte frei herabhängt. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass an allen Punkten, an welchen das Seil seine Richtung wechselt, möglichst grosse Führungsrollen angebracht sind. Auf der Bahn selbst ist das Seil jede 10 Meter durch gutgelagerte gusseisserne Führungsrollen unterstützt.

Der Wagenzug hängt mit dem Seile vermittelst besonderer Wagen (Bremswagen) zusammen, die zunächst recht wirksame und dabei sehr schnell lösbare Zangenapparate tragen, zu gleicher Zeit aber auch mit vier unmittelbar auf die Schienen wirkenden Schlittenbremsen versehen sind. Zangen und Bremsen werden, von dem Verdecke des auf 6 Rädern ruhenden Wagens aus, durch geeignete Hebel und Schrauben bewegt. Jeder Bremswagen wiegt (incl. Ballast) 8000 bis 8500 Kilogramm. Beim Aufwärtsfahren wird der Zug von zwei derselben, welche zur Sicherheit beide mit dem Seile verbunden sind, eingeschlossen. Nach gegebenem Signal (anfangs ein akustisches Signal durch eine Windleitung, jetzt ein electrisches) setzt sich die Seilmaschine in

Bewegung. Am Gipfel der geneigten Ebene wird der Zug durch Oeffnen der Zangen plötzlich von dem Seil gelöst und durch die erlangte Geschwindigkeit entweder an den Fuss der zweiten geneigten Ebene, oder von dem Gipfel dieser auf dem oberen Plateau bis vor die entsprechenden Ausweichegleise gebracht, wo durch die Stationsmaschine die Bremswagen entfernt werden und die eigentliche Zugmaschine zur Weiterbeförderung sich vorsetzt. Beim Niederwärtsfahren bleibt das Seil ganz ausser Thätigkeit; die Bremswagen werden durch die Stationsmaschine bis in die Neigung gefahren und dort festgestellt, der Wagenzug wird sodann herangeschoben und mit ihnen verbunden. Nach Lösung der Bremsen beginnt dann die Bewegung, die auf das Vollständigste zu regeln ist, so lange die abwärts wirkende Componente der Schwere nicht die Reibungswiderstände übersteigt. Man rechnet auf je fünf beladene Wagen einen Bremswagen; die Fahrgeschwindigkeit zu Berg ist etwa 20 Kilometer in der Stunde (5,5 Meter in der Secunde); bei der Niederfahrt ist die Geschwindigkeit gewöhnlich kleiner. Die Züge sind zu 60 Tonnen (einschliesslich der Bremswagen) für die Bergfahrt berechnet; man scheint aber oft noch etwas grössere Lasten zu befördern. Es ist offenbar, dass gerade durch diese Bremswagenbeförderung ein sehr grosser Arbeitsverlust entsteht (vergl. den theoretischen Theil § 13).

Bis Ende 1844 kosteten die Gebäulichkeiten, Maschinen und Zubehör der geneigten Ebene, also ohne den eigentlichen Bahnbau, im Ganzen 1488136 Frcs. Die Erdarbeiten und Kunstbauten zur Herstellung des Bahnkörpers selbst sind sehr theuer gewesen, weil man nicht glaubte von der geraden Linie der Bahnen abgehen zu dürfen und die Gestaltung des zerrissenen Thalgehänges dieser Bedingung wenig entsprach.

Die geneigte Ebene zu Aachen (von Aachen nach Ronheide) war der Lütticher Anlage sehr ähnlich und unter der unmittelbaren Einwirkung jener Bauausführung entstanden; sie ist 2086 Meter lang, geradlinig und hat ein Gefälle von $\frac{1}{38}$; das Drahtseil wog ungefähr 2,7 Kilogr. pro laufenden Meter. Die Betriebsdampfmaschine war eine Doppelmaschine von zusammen 200 Pferdekräften, arbeitete mit Niederdruck und hatte vier tief liegende Balanciers, zwei Cylinder von $1^{m},03$ Durchmesser und $1^{m},22$ Hub. Die unmittelbar durch die Schubstange getriebene Hauptseiltrommel von $6^{m},69$ Durchmesser besass vier Kehlen für das Tau und eine Bremsscheibe, um welche sich ein Bremsring legte. Die zur Umschlingung der Hauptseiltrommel erforderliche Gegenrolle besass dagegen nur drei Kehlen und maass $4^{m},86$ im Durchmesser. Die Dampfmaschine war auf dem Gipfel der geneigten Ebene in der Verlängerung derselben aufgestellt; die auf dem oberen Bahnhofe zu Ronheide liegenden Zufahrgleise bogen rechts und links um das Maschinenhaus. Gegen die Anlage zu Lüttich bot die zu Aachen insofern einen Unterschied in der Gesammtanordnung, als die Treibrollen, der Spannwagen und die Gegengewichtskette nicht über der Bahnebene, sondern in Gewölben unterhalb derselben lagen, so dass das Drahtseil hier den oberen Punkt der Peripherie der Treibrolle und nicht wie in Lüttich den unteren Punkt derselben zuerst erreichte. Es wurde hierdurch in Aachen noch eine weitere grosse Leitrolle für das absteigende Seil nöthig, um dasselbe aus dem Gewölbe wieder auf die Bahnebene zu heben.

Der Betrieb der geneigten Ebene zu Aachen war der vorhin beschriebenen zu Lüttich durchaus nachgebildet. Der Seilbetrieb hat jedoch nur wenige Jahre (etwa von 1843—48) bestanden und erwies sich gegen den später eingeführten Locomotivbetrieb um mehr als 50 % theurer. Man befördert jetzt die Züge aufwärts mittelst schwerer Tendermaschinen, welche hinter dieselben gestellt werden und schieben. Abwärts lässt man dagegen die Züge auch heute noch mit Bremswagen an der Spitze

ohne Locomotive laufen. Die Bremswagen müssen demnach stets wieder aufwärts befördert werden. Bei anderen stark geneigten und mit Locomotiven betriebenen Bahnen, z. B. bei der Steige Dei Giovi, entbehrt man solcher Bremswagen und benutzt in sehr zweckmässiger Weise die grossen Gewichte der Locomotiven, welche man mit Schlitten- oder Luftbremsen versieht, um die Hemmung hervor zu bringen.

Die Anlagen zu Lüttich und Aachen sind auf Tafel LX, Fig. 1—4 dargestellt.

Fig. 1. Die Maschinenanlage auf der Stufe zwischen den beiden geneigten Ebenen zwischen Lüttich und Ans.

A Maschinenhaus;
B Kesselhaus;
a die beiden Doppeldampfmaschinen;
b die 4 Hauptseiltrommeln mit den Kehlen zur Aufnahme des Drahtseils;
c die Spannwagen mit den Umkehrrollen;
d die Schächte mit den Spanngewichten;
e Leitrollen;
f lösbare Kuppelungen der Hauptwellen mit den Seiltrommeln *b*.

In punktirten Linien sind die verschiedenen Wasser- und Dampfleitungen angegeben.

Fig. 2ª Grundriss; Fig. 2ᵇ Aufriss der Maschinenanlage zu Ronheide auf dem Gipfel der geneigten Ebene zu Aachen.

A Maschinenhaus;
B. Kesselhaus.

Fig. 3ª und 3ᵇ Durchschnitt und Grundriss der Maschine in grösserem Maassstabe.

a Dampfmaschine;
b Hauptseiltrommel auf der Hauptwelle mit dem Bremsringe b_4;
b_1 Gegentrommel zu *b* mit Kehlen behufs mehrfacher Umschlingung des Drahtseiles;
c Spannwagen;
d Gewichtsschacht;
b_2 grosse Seilscheibe mit einer Kehle zur Rückführung des Seiles vom Spannwagen zur Bahnebene.

Fig. 4ª und 4ᵇ Vorder- und Seitenansicht eines Bremswagens mit den 4 Schlittenbremsen und den beiden Zangenapparaten zum Festklemmen des Drahtseiles.

§ 15. Agudio's Seilebene; Versuchsstrecke bei Dusino.[25]) — Agudio hat sein System auf einer hierzu sehr geeigneten Eisenbahnstrecke von 2400 Meter Länge auf der Linie Turin-Genua bei Dusino (nahe bei der Station Villanova) auf Kosten theils der italienischen Regierung, theils einer Privatgesellschaft ausgeführt. Die Versuchsstrecke bildete früher einen Theil der Hauptbahn Turin-Genua, wurde aber verlassen, weil das Erdreich beweglich war und die Bahn übermässige Unterhaltungskosten erforderte; sie liegt in einer Steigung, welche zwischen 0,027 ($\frac{1}{37}$) und 0,032 ($\frac{1}{31}$) wechselt, und ist zum allergrössten Theile krummlinig mit Radien von 600, 400, 350 Meter und zwar doppelt S-förmig, indem zweimal der Sinn der Krümmung sich ändert.

Indem wir uns auf die vorhergehende allgemeine Beschreibung und Rechnung beziehen, muss zunächst bemerkt werden, dass die an beiden Endpunkten der geneigten Ebene wirkenden Motoren festgestellte Locomotiven waren, welche vermöge

---

[25]) Thomas Agudio, Mémoire sur un nouveau système de traction sur les plans inclinés etc., Turin 1853, Typographie littéraire.

Rapport de M. Molinos sur le nouveau système de traction etc. Extrait des Mémoires de la Société des Ingenieurs civils.

Société des ingenieurs civils; Extrait des séances du 5 Février, du 4 Mars 1864 et du 18 Mars 1864; Paris, P. A. Bourdier & C.

Couche, Rapport sur le système de M. Agudio au Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, Paris, Octobre 1864.

der an ihren Treibrädern entwickelten Reibung die Kraft jedesmal auf die Peripherie einer mehrkehligen Seilscheibe übertragen. Ueber diese und eine ähnlich gestaltete Hülfsseilscheibe war das schwächere Treibseil (câble moteur) aus Stahldraht geschlungen; dieses war ferner an jedem Ende der geneigten Ebene über eine auf einen Wagen gestellte Umkehrrolle geleitet und erreichte solcherweise, in sich selbst zurückkehrend, wieder die geneigte Ebene. Die Treibräder der Locomotiven wurden durch Hebelbelastung auf die unterhalb liegenden Seilscheiben gepresst. Die am Fuss der geneigten Ebene aufgestellte Locomotive trieb den abwärts laufenden, die am Gipfel derselben aufgestellte den aufwärts laufenden Zweig des Treibseils. Die Wagen mit den erwähnten Umkehrrollen liefen auf stark geneigten Eisenbahnen und erzeugten durch ihre eigene Schwere und den aufgelegten Ballast die zur Kraftübertragung nöthige Spannung des Seiles. Durch diese Anordnung erhält der Mechanismus schätzenswerthe Eigenschaften: Man kann nämlich leicht den hierbei maassgebenden Gewichten solche Grössen ertheilen, dass bei zufälligen unregelmässigen Widerständen das Treibrad des Motors eher gleitet, als das Seil reisst. Die beiden Spannwagen sind deshalb nothwendig, um den beiden Treibscheiben unter allen Umständen eine ausreichende aber auch keine übermässige Spannung zu ertheilen. Man könnte fürchten, dass das Treibseil, da es durch diese Einrichtung keinen einzigen festen Punkt besitzt, der seine Gesammtlage zur Bahn bestimmt, hin und her schwanken würde, wenn die beiden Motoren ungleichmässig arbeiteten. Die Versuche haben aber erwiesen, dass sich dem Apparat sehr bald ein Zustand ertheilen lässt, der keine bemerkbare Bewegung der Spannwagen zur Folge hat und bei dem die beiden Dampfmaschinen mit durchaus gleichen Geschwindigkeiten arbeiten. Uebrigens ist für alle Fälle der Weg der Spannwagen zwischen bestimmten Punkten begrenzt worden.

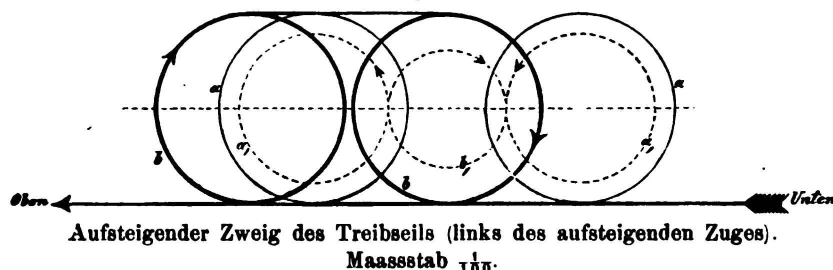
Das mittlere stärkere Schleppseil (câble d'adhérence) findet am Gipfel der geneigten Ebene einen Befestigungspunkt, am Fusse derselben ist es durch einen schweren Spannwagen, der mit dem zum Treibseil gehörigen auf einer gemeinsamen Bahn läuft, belastet.

Der Rollwagen (locomoteur) überträgt die Kraft von den Treibseilen auf den aufwärts steigenden Zug, welcher vor denselben gestellt wird; er besteht aus einem System von 6 Stück oder 3 Paar Hauptseilrollen, sämmtlich zweikehlig, und zwar für jeden Zweig des Treibseils und für das Schleppseil jedesmal ein Paar. Ueber jedes Rollenpaar wickelt sich das zugehörige Seil, von der Höhe der Schienenoberkante aufsteigend, zweimal es umschlingend, um wieder in dieselbe Höhe herabzusteigen und die frühere Richtung weiter zu verfolgen. Die nächste Bestimmung der aussen liegenden beiden Rollenpaare des Treibseiles ist die Uebertragung der Kraft auf das innen liegende Rollenpaar des Schleppseiles.

Das Treibseil bewegt sich rascher, und zwar nach früherer Bezeichnung n mal rascher als der Rollenwagen, oder, was dasselbe sagt, als die Peripherie der Rollen für das Schleppseil. Bei der Aufwärtsbewegung des Rollenwagens (der einzigen, bei welcher das Treibseil in Thätigkeit ist) hat der aufwärts laufende Zweig des Treibseils eine in Bezug auf den Wagen relative Geschwindigkeit von $nv - v$ oder $(n - 1)v$; der abwärts laufende Zweig dagegen eine relative Geschwindigkeit von $nv + v$ oder $(n + 1)v$, wenn die Peripheriegeschwindigkeit der Schleppseilrolle $= v$ ist. Die Rollenmaschine auf dem Rollenwagen muss daher eine Einrichtung besitzen, dass die Peripherie der zum aufsteigenden Treibseil gehörigen Rollen $n - 1$ mal, der zum absteigenden Treibseil gehörigen $n + 1$ mal so schnell sich bewegt, als die der Rollen für das Schleppseil.

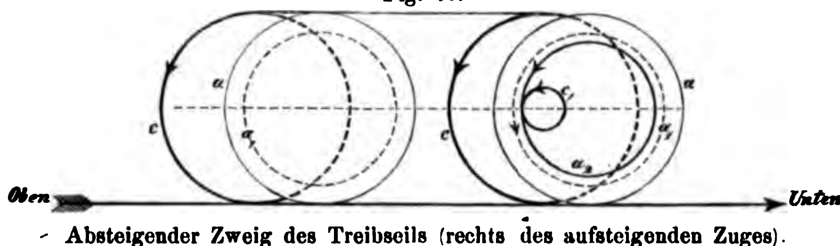
Bei der Versuchsebene zu Dusino war $n = 2,25$; die Uebersetzungsverhältnisse der Peripheriegeschwindigkeiten waren also 1,25 und 3,25, und da die sämmtlichen Seilrollen denselben Durchmesser $2^m,50$ hatten, so beziehen sich dieselben Verhältnisse auch auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Rollenachsen. Die Uebertragung der Kraft geschieht für das aufsteigende Treibseil vermittelst Frictionsscheiben, für das absteigende Treibseil vermittelst Zahnräder, und lässt sich am besten aus nachstehenden Figuren 9 und 10 verfolgen, in denen die Rollen der beiden Zweige des Treibseils voneinander getrennt sind; beide Systeme vereinigt bilden die wesentlichen Theile des Triebwerks auf dem Rollenwagen.

Fig. 9.



Aufsteigender Zweig des Treibseils (links des aufsteigenden Zuges).
Maassstab $\frac{1}{100}$.

Fig. 10.



Absteigender Zweig des Treibseils (rechts des aufsteigenden Zuges).

a Rollen des Schleppseiles; $2^m,50$ Durchmesser;
a, Frictionsscheiben, mit *a* zusammenhängend, zur Aufnahme der Kraft des aufsteigenden, Zweiges des Treibseiles, $2^m,00$ Durchmesser;
a_2 Zahnrad, mit der abwärts liegenden Rolle *a* zusammenhängend, mit innerer Verzahnung, zur Aufnahme der Kraft des absteigenden Zweiges des Treibseiles; 39 Zähne;
b Rollen des aufsteigenden Zweiges des Treibseiles, $2^m,50$ Durchmesser;
b, Frictionsscheibe, mit der abwärts liegenden Rolle *b* zusammenhängend, $1^m,60$ Durchmesser, mit *a,* im Eingriff;
c Rollen des absteigenden Zweiges des Treibseiles, $2^m,50$ Durchmesser;
c, Zahnrad mit 12 Zähnen, mit a_2 im Eingriff, zusammenhängend mit der abwärts liegenden Rolle *c*.

Es muss bemerkt werden, dass die zur Uebertragung der Kraft im aufsteigenden Treibseil auf die Schleppseilrollen *a* nothwendige grosse Reibung zwischen *b,* und *a,* durch das Schleppseil selbst bewirkt wird, welches sich zweimal über die Rollen *a* schlingt; ferner, dass für a_2 und *c,* eine innere Verzahnung gewählt werden musste, um die Uebertragungsrichtung beider Treibseilzweige übereinstimmend zu erhalten. Die Verwendung der Reibung zwischen *b,* und *a,* ist offenbar ein sehr glücklicher Gedanke; es können hierdurch die kleinen Unregelmässigkeiten der Zahnräder sich ausgleichen. Besonders wichtig ist ausserdem die Einrichtung, dass sowohl die Frictionsscheibe *b* als auch das Zahngetriebe *c,* nicht unmittelbar mit den zugehörigen Seilrollen *b* und *c*

zusammenhängen, dass vielmehr Letztere lose auf den Achsen sitzen und nur mittelst kräftiger Frictionskuppelungen mit ihnen verbunden werden können. Diese Kuppelungen (von Köchlin angegeben) bestehen aus drei Segmenten von Gusseisen, welche seitwärts der Seilrollen gelegen durch ein System von Hebeln und Schrauben genähert oder entfernt werden können und sich in einen entsprechenden Ring der Seilrollen einpressen. Man erreicht hierdurch den grossen Vortheil, dass man unabhängig von den entfernt liegenden Motoren die Bewegung des Eisenbahnzuges willkührlich unterbrechen und wieder aufnehmen kann, sowie, dass auch hier ebenso wie bei den Motoren selbst eine Sicherheitsvorrichtung gegen übermässige Anstrengungen des Treibseiles eingeführt worden ist. In dieser Hinsicht hat sich Agudio's Apparat bei wiederholten vor mehreren Commissionen angestellten Versuchen auf der Strecke bei Dusino vortrefflich bewährt; man war im Stande, plötzlich den Zug still zu halten und wieder in Bewegung zu setzen, ohne dass eine andere Erscheinung als eine bald aufhörende Gleitung in den Frictionskuppelungen erfolgte. Den anderen Seilebenen gegenüber ist diese Eigenschaft des Agudio'schen Systems hoch anzuschlagen, da man bei jenen während der Fahrt gänzlich von der Betriebsmaschine abhängig ist und bei aussergewöhnlichen störenden Widerständen das Betriebsseil nothwendigerweise zerreissen muss.

Die Kehlen der Seilrollen auf dem Rollwagen waren zuerst rundlich ausgedreht. Man erreichte jedoch hierbei nicht die nöthige Reibung und die Seile gleiteten. Später wurden die Kehlen trapezförmig und verhältnissmässig tief gestaltet und der Grund derselben mit fest eingeschlagenen getheerten Hanfseilen ausgefüllt. Diese Aenderung hat vollständigen Erfolg gehabt. Ein übermässiger Widerstand des Zuges, z. B. bei angezogenen Bremsen, führt auch ein Gleiten des Treibseiles nach sich, was sich leicht durch eine Wärmeentwickelung und Rauchausstossung der Hanffüllung bemerkbar macht.

Der ganze Apparat ruht auf einem Rahmenwerk von vier kräftigen, verspannten eisernen Langträgern und verschiedenen Querverbindungen; das Rahmenwerk seinerseits lagert wieder auf zwei Schemelwagen mit kurzem Radstand, so dass der etwa 12 Meter lange Rollenwagen bequem durch enge Curven laufen kann.

Die Züge fahren auf demselben Gleise, auf welchem sie aufwärts steigen, auch abwärts, indem dann der Rollenwagen an die Spitze des Zuges tritt und die Kuppelungen der Treibseile losgelöst werden. Hierfür und zum Festhalten des aufsteigenden Zuges bei etwa eintretenden Mängeln im Mechanismus während der Fahrt, ist der Rollenwagen mit kräftigen Bremsen ausgerüstet. Letztere sind zweierlei Art: einmal kann ein hölzerner Bremsblock gegen die Frictionsscheibe *a*, des Schleppseils gedrückt werden, das andere Mal ist jeder der erwähnten Schemelwagen, ähnlich wie die Bremswagen auf den Maus'schen geneigten Ebenen, mit einem Paar Schlittenbremsen versehen, die besonders wirksam sind, da sie über grosse todte Lasten verfügen. Bei eintretendem Bruche des Schleppseils wird die zuerst beschriebene Bremse ausser Thätigkeit kommen, während die Letzteren immer noch arbeiten; diese müssen also so stark bremsen, um der Beschleunigung der Schwere vollständig entgegen arbeiten zu können. Der Rollenwagen darf daher aus diesem Grunde nicht unter ein bestimmtes Gewicht heruntersinken, wie auch in der vorhergehenden Nutzeffectberechnung des Agudio'schen Systems, § 13, angenommen wurde.

Agudio's Seilebene kann ohne wesentliche Vermehrung der Widerstände in Curven geführt werden, und zwar in sehr kurzen, und entgegengesetzt gebogenen,

wie die Versuche bei Dusino vollständig erweisen. Bei den anderen Seilebenen wurde die gerade Richtung der Bahn als unumgänglich nothwendig angesehen und dieser Bedingung grosse Opfer an Geld und Arbeit gebracht. Es sind vorzugsweise drei Ursachen gewesen, welche hierbei die Curven ausschlossen.

1. Da nämlich der Maschinist an der Betriebsmaschine beinahe allein die Bewegung des Zuges regelt (man kann auch auf der Maus'schen Seilebene während der Fahrt das Seil aus den Zangen der Bremswagen sofort loslösen und den Zug festhalten oder wieder abwärts befördern), so wollte man das fast einzige Verbindungsmittel zwischen Zug und Motor, nämlich das unmittelbare Sehen des Zuges durch den Maschinisten nicht aufgeben.

2. Das Betriebsseil, welches in den Zangen der Bremswagen ruht, erhebt sich etwa 40 Centimeter über die Schienen und somit über die Leitrollen zwischen ihnen. Wollte man die Bahn krümmen, so tritt sehr leicht die Gefahr ein, dass das Seil dann nicht mehr in die Leitrollen zurückfällt, sondern nach der Sehne fortgeht und dadurch verhängnissvolle Störungen veranlasst.

3. Endlich ist nicht zu läugnen, dass die Widerstände des Seiles auf den Leitrollen in der Bahn mit den Krümmungen zunehmen, indem zu dem Gewichte des Seiles und der Rollen noch eine Horizontalcomponente der Seilspannung tritt und alle drei Ursachen sich zur Erzeugung der Zapfenreibung vereinigen.

Bei der Agudio'schen Seilebene sind die aufgezählten Uebelstände sehr glücklich beseitigt oder gemildert worden.

1. Der Zug ist vom Zugpersonal abhängig; man kann ihn jeden Augenblick ohne Gefahr anhalten und wieder in Bewegung setzen.

2. Sämmtliche Seilrollen des Rollenwagens gehen bis ganz nahe zur Schienenoberkante herab; die Seile verlassen also beim Betriebe gar nicht oder nur ganz wenig die Ebene, in welcher sie überhaupt sich bewegen; das Einlegen in die Leitrollen auf der Bahn erfolgt durchaus sicher und sanft. Es ist hierbei zu bemerken, dass diese Rollen in den Curven entsprechend geneigt aufgestellt sind und dabei um ein Geringes nach dem Centrum der Bahnkrümmung gerückt sind, damit sie nicht von den grossen Rollen des Rollenwagens berührt werden. Sie sind etwa jede 10 Meter in den geraden Strecken, jede 6—8 Meter in den Curven angeordnet.

3. Die Widerstände, welche aus der Zapfenreibung der Leitrollen entspringen, sind wesentlich gemildert worden durch eine Verbesserung der Zapfen. Diese ruhen nämlich nicht auf Lagerschalen und dergleichen, sondern wieder auf Frictionsrollen und sind möglichst leicht gehalten. Man kann versucht sein, diese Einrichtung eine Ueberfeinerung zu nennen, jedoch mit Unrecht, weil bei langen Seilebenen der aus den Reibungen der Leitrollen entspringende Kraftverlust sehr gross wird, die kleinen Frictionsrollen auch keine bedeutende Ausgabe darstellen und sich auf der Versuchsstrecke zu Dusino vortrefflich gut gehalten haben.

Die unter 2 und 3 angeführten Verbesserungen sind übrigens auch für die Seilebenen mit directem Betriebsseile (Maus'sches System) in gleichem Maasse verwendbar.

Die Stützeinrichtungen für das ruhende Schleppseil sind höchst einfach aus Holz gebildet und bestehen in den Curven aus senkrechten hölzernen Führungen.

Die bei Dusino angestellten Versuche werden wie folgt angegeben:

A. Mittlerer Dampfdruck im Kessel der als stehende Betriebsmaschinen verwendeten Locomotiven 85 Pfd. engl. pro □Zoll;

Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 120$ Tonnen;

Geschwindigkeit des Zuges = 16 Kilom. in der Stunde oder $v = 4^m,44$ in der Secunde.

B. Mittlerer Dampfdruck im Kessel 85 Pfd. engl. pro □Zoll;
Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 126$ Tonnen;
Geschwindigkeit des Zuges beim Aufsteigen = 8 Kilom. in der Stunde; $v = 2^m,22$ in der Secunde.

C. Mittlerer Dampfdruck 85 Pfd. engl. pro □Zoll;
Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 142$ Tonnen;
Geschwindigkeit in der Stunde 13 Kilom. oder $v = 3^m,61$ in der Secunde;

hierbei ist das Gewicht des Rollenwagens $S = 20$ Tonnen zu setzen.
[Bei dem Versuche B ist offenbar der Apparat in schlechtem Zustande gewesen.]

D. Dieselben beiden zum Betriebe der geneigten Ebene als stationaire Maschinen verwendeten Locomotiven wurden als wirkliche Locomotiven vor einen Zug gespannt (natürlich ohne Rollenwagen); es ergab sich
Mittlerer Dampfdruck im Kessel 95 Pfd. engl. pro □Zoll;
Gewicht des Zuges $P_1 = 134$ Tonnen;
Geschwindigkeit des aufsteigenden Zuges $7^1/_4$ Kilom. in der Stunde oder $v = 2^m,00$ in der Secunde, nach anderen Angaben 8,4 Kilom. in der Stunde oder $v = 2^m,33$ in der Secunde.

Die zur Verwendung gekommenen Locomotiven sind zweiachsige gekuppelte Tendermaschinen, und wiegen mit Feuer und Wasser $P = 28$ Tonnen; also $2P = 56$ Tonnen; sie haben Treibräder von 1 Meter Durchmesser und arbeiten bis zu 100 Pfd. Ueberdruck.

[Dieselben Maschinen leisten nach der Angabe von M. M. v. Weber, in Förster's Bauzeitung 1858, p. 83, auf der in ähnlichen Verhältnissen erbauten geneigten Ebene Dei Giovi mit einem mittleren Gefälle von $\frac{1}{35,8}$ Folgendes: eine Doppelmaschine befördert einen Personenzug von 10—12 Personenwagen zu durchschnittlich 24 Plätzen oder einen Güterzug von acht beladenen 12 Tons schweren Güterwagen mit $1^3/_4$—2 Meilen Geschwindigkeit; wir würden also setzen: $2P = 56$ Tonnen; $P_1 = 8 \cdot 12 = 96$ Tonnen, $v = 13$ bis 15 Kilom. = 3,61 bis 4,17 Meter in der Secunde.]

Die unmittelbaren Indicatorenversuche und darauf gestützte Effectberechnungen ergeben den Nutzeffect $\frac{L_2}{L_0}$ der Agudio'schen Seilebene zu Dusino schwankend und reichen nach Molinos bis zu 75 % hinauf, im Mittel 65 %; nach den Angaben von Couche ist der Nutzeffect 56,7 %; nach Angabe von Alby, Mitglied der italienischen Prüfungscommission, jedoch nur 55 %.

Wendet man unsere Formel (12) auf die Versuchsebene zu Dusino an, nämlich

$$a = 0,003;\ \varphi = \frac{1}{6};\ \operatorname{tg}\gamma_1 = 0,03;\ l = 2400;\ \gamma = 7800;\ o = \frac{1}{16};\ k = 23000000,$$

so ergiebt sich

$$\frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4}\,\frac{0,003 + \frac{1}{6} - 0,03}{\frac{1}{6}}\left(1 - \frac{2400 \cdot 7800 \cdot \frac{1}{16}}{23000000}\right) = 59,6\ \%$$

was sich den Versuchen gut anschliesst.

Vergleicht man dagegen die Zahlen, welche die Versuche ergaben, als die Locomotiven ohne Seilbetrieb den Zug die geneigte Ebene hinaufförderten mit den aus den theoretischen Untersuchungen hergeleiteten Resultaten des § 1, so ergiebt sich, dass offenbar die Maschinen nicht mit der ganzen, ihrem Eigengewicht entsprechenden, Kraft gearbeitet haben, oder dass die Reibungsverhältnisse ungünstiger gewesen sind, als in der Untersuchung vorausgesetzt worden.

Für die gekuppelten Tendermaschinen ist $m = 1$, daher bei voller Leistung der Maschine $v = 4^m,096$ und bei einer Steigung $\operatorname{tg} \eta = 0,03$, das Verhältniss $\frac{P_1}{P}$ (Gewicht des Zuges ohne Locomotive zum Gewichte der Locomotive) etwa gleich 3,4.

Die auf der geneigten Ebene Dei Giovi gemachten vorher citirten Betriebsresultate geben bei $v = 3^m,61$ bis $4^m,17$, also bei ungefähr derselben Geschwindigkeit, obiges Verhältniss $\frac{P}{P_1}$ nur etwa gleich 2.

Die auf der geneigten Ebene zu Dusino beobachteten, ebenfalls vorher erwähnten Resultate geben bei $v = 2^m,00$ bis $2^m,33$ bei derselben Steigung $\frac{P_1}{P} = \frac{134}{56} = 2,4$.

Letztere Resultate sind offenbar nur mit theilweiser Anstrengung der Locomotiven erzielt worden und entsprechen nicht dem Maximaleffecte derselben. Dasselbe, wenn auch nicht in so hohem Grade, lässt sich von den Zahlen behaupten, welche der Betrieb zu Dei Giovi liefert. Die geringen Geschwindigkeiten von $2^m,00$ und $2^m,33$ zu Dusino gehören gar nicht zu den Locomotiven, deren Adhäsionsgrad $m = 1$ ist, sondern zu Maschinen mit künstlicher Adhäsion (Fell'schen Maschinen), immer vorausgesetzt, dass die Locomotiven mit voller Kraftentwickelung arbeiten.

Es ergiebt sich daher aus den Versuchen zu Dusino, dass dieselben wohl geeignet sind, den Werth der Agudio'schen Seilebene zu bestätigen und deren Vorzüge darzuthun, nicht aber um deren Werth im Vergleiche zu einer in bester Weise eingerichteten Locomotivbahn abzuwägen. In dieser Beziehung scheinen wenigstens erneuerte und unter verschiedenen Witterungsverhältnissen anzustellende Versuchsreihen höchst wünschenswerth.

Das Agudio'sche System wird wohl am häufigsten in Betracht kommen müssen, wenn es sich darum handelt, eine Eisenbahn über hohe Gebirgsrücken zu führen, ohne dieselben mittelst langer unterirdischer Strecken in mässigeren Höhen zu durchbrechen. Hierbei wird es meistens sich ereignen, dass die Bahn in unwirthliche, grossen Schneeverwehungen und Schneestürmen ausgesetzte Regionen steigt. Für solche klimatische Verhältnisse scheint die Agudio'sche Seilebene offenbar weit weniger zweckmässig, als eine Locomotivbahn. In der That dürfte die über die ganze Seilebene mehr oder weniger ausgebreitete Schneemasse zu solchen Widerständen führen, die den Betrieb unmöglich machen, während eine Locomotive jedesmal nur diejenigen Hindernisse zu überwinden haben wird, die sie an dem einzigen Punkt antrifft, an dem sie sich gerade befindet.

Der Agudio'sche Seilapparat, wie er zu Dusino verwendet wurde, ist auf Tafel LX, Fig. 5 und 6 in seinen wesentlichen Theilen dargestellt.

Fig. 5^a und Fig. 5^b geben im Längendurchschnitt und Grundriss die Anordnung der geneigten Ebene überhaupt,

Fig. 6^a und Fig. 6^b den Rollenwagen (locomoteur) in Ansicht und Grundriss an.

B ist der aufsteigende, *C* der absteigende Zweig des Treibseils; *A* das Schleppseil; *D* sind die beiden Spannwagen des Treibseils; *E* der Spannwagen des Schleppseils;

L sind 2 als Bewegungsmaschinen benutzte Locomotiven, welche durch die Friction an den Treibrädern das Treibseil in Bewegung setzen;
a sind die Rollen des Schleppseils, 2m,50 Durchmesser;
a_1 Frictionsscheiben, mit *a* zusammenhängend, zur Aufnahme der Kraft des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, 2m,00 Durchmesser;
a_2 Zahnrad, mit der abwärts liegenden Rolle *a* zusammenhängend, mit innerer Verzahnung, zur Aufnahme der Kraft des absteigenden Zweiges des Treibseils; 39 Zähne;
b Rollen des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, 2m,50 im Durchmesser;
b_1 Frictionsscheibe, mit der abwärts liegenden Rolle *b* zusammenhängend, 1m,60 Durchmesser, mit a_1 im Eingriff.
c Rollen des absteigenden Zweiges des Treibseils, 2m,50 Durchmesser;
c_1 Zahnrad mit 12 Zähnen, mit a_2 im Eingriff, zusammenhängend mit der abwärts liegenden Rolle *c*;
d Frictionskuppelungen zu den Rollen *b* und *c*, welche lose auf ihren Achsen laufen.
d_1 die Bewegungshebel hierzu;
e Bremse, welche auf die Frictionsscheibe *a*, wirkt;
f Schlittenbremsen für die beiden Schemelwagen, welche den ganzen Apparat tragen

Bei der früher (p. 955) erwähnten Agudio'schen Seilbahn am **Mont Cenis** bei **Lans le Bourg** ist das Schleppseil ersetzt durch eine doppelseitige flachgelegte Zahnstange aus Schmiedeeisen, in welche rechts und links horizontale Stirnräder eingreifen. Diese erhalten ihren Betrieb von den Seilrollen durch Vermittelung von conischen Rädern. Die beiden Seilzweige (Stahldrahtseile von 1,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter) liegen bei dieser Bahn an der Aussenseite des Fahrgleises.

XIX. Capitel.

Eisenbahnfähren und Eisenbahnschiffbrücken.

Bearbeitet von

H. Sternberg,

Oberbaurath, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Tafeln LXI und LXII.)

---

§ 1. Einleitung. — Die Anlagen, welche den Eisenbahnverkehr über Flüsse und Wasserflächen überhaupt zu führen bestimmt sind, gehören in der Regel zu den schwierigsten und kostspieligsten des Eisenbahnbaues. Feste Brücken, in ihren Lichtmaassen den Bedürfnissen der Fluthverhältnisse und der Schifffahrt entsprechend, sind unbedingt die vorzüglichsten solcher Anlagen, und zwar in solchem Grade, dass der Eisenbahnbetrieb in keiner Weise auf sie Rücksicht zu nehmen braucht und sie wie jede andere Bahnstrecke benutzen kann.

Es treten jedoch zuweilen Umstände ein, welche die Erbauung von festen Brücken unthunlich machen und zu anderen an sich unvollkommeneren Einrichtungen zwingen, die aber doch den Eisenbahnverkehr ermöglichen, d. h. die, ohne eine Umladung von Gütern und Personen auf Schiffe nöthig zu machen, die Eisenbahnwagen selbst von einem Ufer zum anderen befördern. Solche Einrichtungen sind entweder Eisenbahnfähren (Traject-Anstalten) oder Eisenbahn-Schiffbrücken. Die Ersteren sind im Wesentlichen Schiffsgefässe verschiedener Form und Grösse mit einem Deck, welches ein oder mehrere Eisenbahngleise trägt und die Wagen aufnimmt. Der Transport des Fährschiffes von einem Ufer zum anderen, sowie die Art und Weise der Beladung und Entladung sind sehr mannigfaltig ausgeführt worden, wie im Folgenden näher entwickelt werden wird.

Die andere Einrichtung, die Aneinanderfügung vieler Schiffe mit einem zusammenhängenden Belag, also die Herstellung einer Schiffbrücke, welche ein Eisenbahngleis trägt, ist erst in den letzten Jahren bei Maxau, in der Nähe von Karlsruhe und später auch bei Speyer, zur Ueberschreitung des Rheines ins Leben getreten.

Die vorher erwähnten Umstände, welche zur Anlage einer Fähre oder Schiffbrücke führen, können ihre Begründung finden entweder in den übermässigen Anlagekosten einer Brücke im Verhältniss zu dem Verkehre auf derselben, oder in strategischen Rücksichten. Auch sind mehrfach Fähren angelegt worden als vorübergehende Einrichtungen während der Bauzeit fester Brücken (z. B. bei Mainz, Mannheim, am Nil). Insofern kleine Gewässer nur geringe Ueberbrückungskosten fordern und einem Heere

kaum ein erhebliches Hinderniss bieten, so wird man Eisenbahnfähren wohl ausschliesslich nur für grössere Flüsse und breitere Wässerflächen wie Landseen, Meeresarme und dergl. anlegen. In der Kriegswissenschaft scheint jetzt die Ansicht herrschend geworden zu sein, dass eine feste Ueberbrückung eines Hauptstromes in der Nähe der Landesgrenze oder an einer Hauptoperationsbasis nur dann zu gestatten ist, wenn dieselbe durch starke Festungswerke vertheidigt werden kann. Man findet daher entweder solche Brücken in die Nähe bestehender Festungen gerückt, oder es wird die Erbauung derselben an die Bedingung der Herstellung ausserordentlich ausgedehnter und theurer Vertheidigungswerke geknüpft. In anderen Fällen ist die Erbauung einer festen Brücke überhaupt nicht gestattet worden.

Meistens wird die Frage zu erörtern sein, ob die Erbaunng einer festen Brücke nebst deren Unterhaltung, sowie die Erfüllung aller an einen Brückenbau geknüpfter lästiger Bedingungen ein grösseres Capital beanspruche, als die Anlage einer Fähre mit den hierzu erforderlichen Bahnhofseinrichtungen, einschliesslich deren Unterhaltung und namentlich deren Betriebskosten. Eine Brücke ist im Stande, einen unbegrenzten Verkehr zu gewältigen; eine Fähre in ihrer Anlage und ihrem Betriebe wird um so theurer werden, je grösser der Verkehr ist. Man erkennt daher, dass unter Umständen bei kleinem Verkehr die Anlage einer Fähre, bei grossem Verkehr die Erbauung einer Brücke vortheilhafter werden kann. Auch bedarf es eines richtigen Blickes, um den Nachtheil der Verkehrsverzögerung und der Verkehrsstockungen bei Ungunst der Wasserstände, des Wetters und der Jahreszeiten, welche unausbleiblich jeder Fähranlage anhaften, gebührend in Rechnung zu ziehen.

§ 2. Eisenbahnfähren; Haupteintheilung derselben. — Man kann die bisher ausgeführten Eisenbahnfähren in solche eintheilen, welche

1. dem Fährschiff keine vorgeschriebene Bahn anweisen, sondern dasselbe frei der Führung durch das Steuerruder überlassen, und welche
2. dem Fährschiffe den Weg durch eine Leitung vorschreiben.

Als bewegende Kraft ist durchweg der Dampf benutzt worden.

Die erstere Art der Fähren, welche entweder in der Art construirt sind, dass das Deck eines Dampfschiffes selbst die Gleise zur Aufnahme der Eisenbahnwagen trägt, oder dass das Dampfschiff nur als Schleppschiff benutzt wird, wogegen die Wagen auf besonderen flachgebauten, mit einem dichten Deck versehenen Prahmen (Schalden, Ponten) stehen und diese an das Schleppschiff gehängt und an das andere Ufer geschafft werden, eignet sich besonders für lange oder unregelmässige Wasserwege, die letztere Art hat bei Uebersetzungen über Flüsse oder Meeresarme den Vorzug, dass das Fährschiff den kürzesten Weg in der geraden Linie zwischen den beiden Uferpunkten durchläuft und mit gleichbleibender Sicherheit bei Tag oder Nacht, bei hellem oder nebligem Wetter den Dienst versehen kann. Auch kann hierbei die Kraft der Bewegungsmaschine vollkommener ausgenutzt werden.

In Bezug auf die wichtige Operation der Beladung und Entladung der Fährschiffe bieten die verschiedenen Anlagen grosse Mannigfaltigkeiten dar. Die zu überschreitenden Wasserflächen wechseln in ihren Höhen wohl in allen Fällen, meist in sehr erheblichem Maasse, sei es in langsamen, lang dauernden Schwankungen, wie bei den Binnenströmen, sei es in wiederkehrenden schnellen Perioden, wie an den meisten Meeresufern. Die an das Wasser stossenden Eisenbahnen liegen fest, jedenfalls über den höchsten Wasserständen, oft jedoch bedeutend höher. Man sieht daher, dass das Deck der Fährschiffe fast immer tiefer liegt, als die Eisenbahnstrecken auf den Ufern, dass also beim Beladen der Schiffe ein Herabsteigen der Last, beim Ent-

laden ein Emporsteigen derselben eintreten muss, und zwar bei ein und derselben Anlage zu verschiedenen Zeiten in wechselndem Maasse.

Die Vermittelung dieser Höhenunterschiede erfolgt in den allermeisten Fällen durch geneigte Ebenen, die entweder so steil hergestellt sind, dass ihr Betrieb mittelst Seile bewerkstelligt wird, oder die flacher liegen, so dass sie mit Locomotiven befahren werden können. In einem einzigen Falle (Homberg-Ruhrort) werden die Wagen vom Schiffdeck bis zur Bahnhöhe mittelst hydraulischer Hebevorrichtungen senkrecht befördert. Eine Ausnahmestellung nahm die jetzt nicht mehr bestehende Eisenbahnfähre über den Nil bei Kafr E'Sayat ein, bei welcher die Schienen des Fährschiffes sich auf einer besonderen, in ihrer Höhenlage zum Wasserspiegel beweglichen Bühne befanden, so dass sie mit den Anschlussschienen an den Ufern stets in derselben Horizontalen gehalten werden konnten, also ein Nieder- und Aufsteigen der Wagen vermieden wurde.

§ 3. Beschreibung der hauptsächlichsten, bisher ausgeführten Eisenbahn-Fähranstalten mit freiem Fährschiffe.

I. Englische Eisenbahnfähranstalten und deren Nachbildungen auf dem Continente.[1])

Sie sind die ältesten derartiger Anlagen.

Die Forth-Fähre auf der Eisenbahn Edinburgh-Dundee über den 8,8 Kilometer breiten Firth of Forth zwischen den Stationen Granton und Burnt-Island;

die Tay-Fähre auf derselben Bahn zwischen den Stationen Ferry-Port on Craig und Broughty-Ferry über den 1,4 Kilometer breiten Firth of Tay;

die Fähre über den Humber-Fluss auf der Bahn Gains-Borough-Hull.

Diese Fähren sind einander sehr ähnlich. Die Fährschiffe sind Räder-Dampfschiffe von bedeutenden Dimensionen, mit flachem Deck, welches 3 Schienengleise trägt. Die Verbindung mit den Ufergleisen geschieht vermittelst stark geneigter Ebenen und Seilbetrieb mit feststehenden Dampfmaschinen, der Uebergang vom Schiff zur geneigten Ebene erfolgt über einen für die verschiedenen Wasserstände beweglichen keilförmigen Uebergangswagen mit einer den Schwankungen des Schiffes folgenden Ausgleichungsklappe.

Bei der Forth-Fähre, die etwa um das Jahr 1851 ins Leben trat, hat das Schiff 52^m Länge, $10^m,4$ Breite zwischen den Radkasten, $16^m,5$ mit den Radkasten, $5^m,3$ am Ende des Decks, Durchmesser der Schaufelräder $6^m,8$; Tiefgang unbeladen $1^m,44$, beladen $1^m,98$. Die Maschine hat 2 Cylinder von $1^m,42$ Durchmesser und $1^m,07$ Hub, Dampfüberdruck 0,58 Kilogr. pro □Centimeter. Das Deck, mit 3 Gleisen und mit Buffern an beiden Enden, kann 30 bis 34 der kurzen, etwa 4^m langen Güterwagen der dortigen Bahnen tragen, wird aber meist nur mit 13—18 Wagen besetzt.

Die geneigte Ebene hat ein Gefälle von 1 : 6 und trägt 4 Schienen, die so gestellt sind, dass sie zusammen 3 Gleise bilden, indem die beiden inneren Schienen zugleich den äusseren und dem mittleren Gleise angehören. Sie entsprechen natürlich den Schienen auf dem Uebergangswagen und auf den Enden des Schiffverdecks,

---

[1]) Transactions of the Civ. Engineers Vol. XX.

Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1852.

Ferner in guten Zeichnungen mitgetheilt in Hartwich, Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahn, 2. Abtheilung. (Aus Erbkam's Zeitschr. f. B. 1867.)

woselbst sie jedoch weiterhin sich zu 3 vollständigen Gleisen mit gehörigen Zwischenräumen ausbreiten.

Der Uebergangswagen ist aus Holz construirt und ruht auf 6 Achsen mit 24 Rädern von $0^m,76$ Durchmesser, welche auf den Schienen der geneigten Ebene laufen; er endigt landwärts in 4 mit den Schienen des Wagens durch Gelenke zusammenhängenden Stahlzungen; die auf Langschwellen ruhenden Schienen des Uebergangswagens haben ein Gefälle von $\frac{1}{100}$ nach dem Wasser zu; sie finden daselbst ihre Verlängerung auf 4 in Gelenken am Wagen befestigten eisernen Trägern, welche durch einen Querträger verbunden sind und die Ausgleichungsklappe bilden. Diese ruht während des Ueberganges eines Fahrzeugs vom Land zu Wasser auf dem Schiffsdeck und fordert daher auch an dem Ende kleine bewegliche Stahlzungen, welche sich auf die Schiffsschienen auflegen. Die ganze Ausgleichungsklappe hat die grosse Länge von $10^m,67$ und besitzt ein bedeutendes Gewicht. Zu ihrer Unterstützung und genauen Einstellung ist auf dem Uebergangswagen ein Windewerk mit einem Gegengewicht aufgestellt. Ein portalartiger Holzbau mit den nöthigen freien Maassen zu Durchfahrt für die Wagen trägt eine Querbrücke, auf welcher zwei Winden aufgestellt sind. Dieselben bewegen die Ketten, an welche der erwähnte Unterzug der Ausgleichungsklappe aufgehängt ist. Die Ketten sind über Krahnausleger geführt, um vortheilhaftere Winkel zu gewinnen. Mit den Kettentrommeln jener Winden hängen auch Gegengewichte zusammen, die nur ein geringes Uebergewicht der Klappe übrig lassen. Hierdurch ist erreicht, dass bei ausgerückten Getrieben der Winde die Klappe sich mit geringer Last auf das Schiff legt und jeder Bewegung desselben folgt, dass aber bei Anfahrt des Schiffes die Klappe leicht in die richtige Stellung gebracht werden kann.

Die Bewegung der Wagen geschieht durch eine stationäre Maschine von 30 Pferdekraft mit Seilbetrieb; sie steht seitwärts auf dem Gipfel der geneigten Ebene, die Seiltrommeln liegen unter der Bahn, sie sind auf ein und dieselbe Hauptwelle lose aufgesteckt und mittelst Kuppelungen in Betrieb zu setzen. Die Hinunterfahrt geschieht durch Bremsen. Auch wird der schwere Uebergangswagen bei wechselndem Wasser durch dieselbe Maschine, die dazu eine besondere Kettentrommel drehen kann, in Bewegung gesetzt. Zwei Zahnstangen mit Sperrklinken verhindern ausserdem das Hinunterrollen desselben.

Der 8,8 Kilometer lange Wasserweg wird in 26 Minuten zurückgelegt; die Dauer des Ein- und Ausladens beträgt 7—10 Minuten; die Wagen werden hierbei in Abtheilungen von je 4 Stück zusammen durch die Seilmaschine aufgezogen oder abgelassen.

Die Tay-Fähre wurde 1852 eröffnet; sie unterscheidet sich von der vorher beschriebenen nur durch geringere Dimensionen. Die geneigte Ebene hat eine sanftere Steigung, nämlich 1 : 8, das Schiff ist $42^m,7$ im Deck lang und $7^m,3$ breit, die Radkasten hängen beiderseits $2^m,6$ über. Die Dampfmaschine hat nominell 120 Pferdekräfte und besitzt 2 oscillirende Cylinder von $1^m,02$ Durchmesser und $1^m,12$ Hub. Das Deck trägt 4 parallele Schienen, wie die geneigten Ebenen, so dass entweder beide Seitenstränge oder der Mittelstrang allein mit Wagen besetzt werden können, dass also dasselbe Raum giebt für 12 oder 24 4rädrige Güterwagen. Der Tiefgang des Schiffes bei der Maximallast von 200 Tonnen misst $1^m,68$; es besitzt an beiden Enden Steuerruder. Die Anfahrt erfolgt, der genauen Führung wegen, zwischen festen Uferwänden, welche die geneigte Ebene einschliessen. Personenwagen werden nicht übergesetzt, dagegen sind für die Reisenden Cajüten unter dem Deck angebracht.

In der Regel aber werden die Personen auf einem besonderen kleineren Dampfschiff zum anderen Ufer geführt. Die Beladung und Entladung erfolgt mit der ganzen Reihe der Wagen, welche auf einem Gleise stehen, auf einmal, so dass die Operation in der kurzen Zeit von etwa 5 Minuten vollendet ist.

Die Fähre über den Humber ist nach dem Vorbilde der Tayfähre erbaut.

Die beschriebenen Anlagen erfüllen ihren Zweck in befriedigender Art, obgleich man einige Unvollkommenheiten an ihnen namhaft machen kann. Der Weg, welchen die Wagen vom Schiff zum Lande zurückzulegen haben, ist mehrfach gebrochen; 6rädrige Wagen können denselben gar nicht oder doch nur in gefährlicher Weise durchlaufen. Dieser letztere Nachtheil ist übrigens nicht gross, weil im Eisenbahnwesen offenbar solche Wagen von den 4rädrigen verdrängt werden. Aber auch 4rädrige Wagen, die an sich mit Leichtigkeit einen Bruch der Bahnlinie überschreiten können, erleiden Stösse und unangenehme Verschiebungen an den Bufferapparaten, wenn mehrere hintereinander zugleich denselben Weg beschreiben. Auch erleidet das Schiff beim Uebergang der Wagen eine Längenneigung nach dem Lande zu, wodurch geboten ist, dass beim Beladen der Schiffe die Wagen mit bedeutender Geschwindigkeit anrücken, damit sie die geneigte Fläche ersteigen können. Theilweise lassen diese Uebelstände sich mildern, jedenfalls gefahrlos machen durch eine Abrundung des oberen Brechungspunktes der geneigten Ebene und durch eine bedeutende Ausspitzung der Stahlzungen am Uebergangswagen. Unter allen Umständen kann der Apparat so gebaut werden, dass ein gegenseitiges Verschieben der Bufferscheiben zweier aufeinanderfolgender Wagen um den ganzen Durchmesser vermieden wird. Die grosse Länge der Uebergangsklappe ist jedenfalls sehr vortheilhaft. Die Schrägstellung des Schiffes hat man durch ein Längengefälle der Deckschienen von beiden Enden nach der Mitte zu (um $\frac{1}{93}$) etwas auszugleichen gesucht.

In Nachahmung der englischen Eisenbahnfähren sind ganz ähnliche Anlagen auf dem Continente mehrfach entstanden: In Holland bei Ueberführung des Eisenbahnverkehrs über mehrere der dortigen grossen Wasserläufe; neuerdings (1868) über die Elbe zwischen Lauenburg und Hohnstorf[2]; (1868) über den Bodensee bei Friedrichshafen, Romanshorn[3]) und Constanz (1873 vollendet).

Bei der Anlage zu Hohnstorf (1877 durch eine feste Brücke ersetzt) hat die geneigte Ebene eine Gefälle von 1 : 9 mit Seilbetrieb, welcher von stationären Dampfmaschinen von 30 Pferdekräften ausgeht; das $0^m,039$ starke Drahtseil wickelt sich auf eine Trommel von $2^m,67$ Durchmesser. Geneigte Ebene und Dampfschiff haben nur ein Gleis. Der Uebergangswagen ist 18^m lang und ruht auf 5 Achsen, ist aber landwärts mit schleppenden Zungen von $4^m,55$ Länge und $\frac{1}{30}$ Neigung versehen, damit der Gefällbrechpunkt daselbst gemildert werde. Die Ausgleichungsklappe ist $7^m,85$ lang.

Das eiserne Fährschiff, von der Hamburg-Magdeburger Dampfschifffahrtsgesellschaft für den Preis von 138,000 Mk. geliefert, hat eine Länge im Deck von $42^m,60$, im Kiel, zwischen Vorder- und Hintersteven, von $39^m,6$, eine Breite über Deck von $7^m,62$, über Radkasten von $13^m,10$ und eine Höhe von $2^m,59$. Das Schiff hat 2 Steuer-

---

[2]) Zeitschr. d. Arch.- und Ing.-Vereins d. Kgr. Hannover, Bd. XII, Heft 1.
Auch mitgetheilt in Heusinger's Organ f. d. F. d. Eisenb. 1866, p. 256, und in Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, 1866, p. 331.

[3]) Jahresbericht der Schweizer Nordostbahn für 1867.
Organ f. d. F. d. Eisenb. 1870, p. 136. 174.

ruder von $1^m,98$ Länge, welche von einer erhöhten Brücke über Deck aus regiert werden; es hat unbelastet einen Tiefgang von $0^m,91$ und unter der Last von 1600 Centner $1^m,22$, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3^m in der Secunde. An beiden Enden des Gleises sind kräftige, leicht fortnehmbare Bufferböcke angebracht. Für die Reisenden sind im Innern des Schiffes Cajüten hergerichtet.

Die Dampfmaschine hat 150 Pferdekräfte, 2 Dampfcylinder von $0^m,63$ Durchmesser und $0^m,91$ Hub. Die Dampfkessel sind für 4 Atmosphären Ueberdruck gebaut.

Eine Doppelfahrt mit Ab- und Aufladen und allen sonstigen Nebenarbeiten fordert eine Zeit von 50 bis 60 Minuten; es werden hierdurch 12 Wagenachsen hin- und hergebracht.

Man ist mit der Leistung der ganzen Anlage wohl zufrieden; heftige Eisgänge haben dazu geführt, die Seitenwände des Schiffskörpers bis auf 12^{mm} zu verstärken.

Die Eisenbahnfähre über den Bodensee besteht in einem flachdeckigen eisernen Räderdampfschiffe mit 2 Gleisen, welche in einer Entfernung von $3^m,50$ auseinander liegen und für $2 \times 7 = 14$ Güterwagen Raum bieten. Das von Escher, Wyss & Co. in Zürich für den Preis von 432000 Mk. erbaute Schiff hat 66^m Länge und $21^m,76$ Breite einschliesslich der Radkasten und geht bei voller Last $1^m,83$ tief. Die Dampfmaschine von nominell 200 Pferdestärken treibt Schaufelräder von $6^m,87$ Durchmesser und $2^m,29$ Breite; von einer hohen Steuerbrücke werden die zu beiden Enden des Schiffes liegenden Steuer regiert. Das Dach ist so fest construirt, dass mit Sicherheit Locomotiven von 30 bis 40 Tonnen geladen werden können.

Der Wasserwechsel des Bodensees ist gering, die Bordhöhe liegt nicht sehr verschieden von der Schienenhöhe an den Uferstationen. Der Uebergang der Fahrzeuge von Land zu Schiff wird bewerkstelligt vermittelst eiserner, durch Gegengewichte ausbalancirter Brücken mit beweglichen Zungen und durch entsprechende Senkung und Hebung des Schiffskörpers vermöge Wasserballast, welcher in wasserdichte Behälter des Schiffes eingelassen oder aus denselben entfernt werden kann. Zu diesem Behufe und zum Betrieb der Leckpumpen, Ankerwinden etc. dient eine besondere kleine Dampfmaschine im Schiffsraume.

Die Fahrt von Friedrichshafen bis Romanshorn (etwa 2 Meilen) wird in 45 Minuten, bei besonders günstiger Witterung in 36 Minuten zurückgelegt, wobei 48 bis 50 Ctr. Ruhrkohlen verbraucht werden.

Das Schiff geht ruhig und sicher und setzt den Dienst selbst bei stürmischer See fort, wenn die kleineren Personenschiffe im Hafen verbleiben müssen.

Die Fracht berechnet sich, die Löhne eingeschlossen, zu 1 bis $1^1/_4$ Pfennig die Centnermeile.

Die Anlagekosten betrugen für die Württembergische Verwaltung, welche die Hälfte der Schiffskosten zu tragen hatte, 229539 Mk.; ausserdem für die Landungsvorrichtungen in Friedrichshafen 26202 Mk. Die ganze Anlage ist nach Entwürfen des englischen Marine-Ingenieurs Scott-Russel in London ausgeführt worden.

II. Eisenbahnfähren mit flach gebauten Prahmen oder Schalden (Ponten), welche von einem besonderen Dampfschiffe geschleppt werden.

Die Eisenbahnen von Aachen nach Homberg einerseits und von Oberhausen nach Ruhrort andererseits münden in den Stationen Homberg und Ruhrort an zwei einander gegenüberliegenden Punkten des Rheins. Schon im Jahre 1847 traten die Directionen beider Bahnen in Unterhandlungen für Errichtung einer Verkehrsverbindung, die jedoch erst gegen das Ende des Jahres 1852 ins Leben trat, nachdem

die Ansichten über die zweckmässigste Anlage der damals schon bestehenden, vorher beschriebenen englischen Fähren festgestellt worden waren.[4])

Die Wasserverhältnisse des Rheins sind daselbst sehr schroff; der Wasserwechsel beträgt etwa 9^m,5, die Ufergelände liegen unter Hochwasser und sind eingedeicht.

Zunächst wurden an beiden Ufern sehr grosse und kostspielige Hafenbassins, deren Umwallung sich wasserfrei den Deichkronen anschliessen, ausgehoben und mit stromabwärts gerichteten Dämmen mit dem Fahrwasser des Rheins verbunden. Man beabsichtigte offenbar durch diese Häfen auch den Schiffsverkehr an die Bahn zu ziehen. Dies ist übrigens nicht gelungen; die Häfen, welche allerdings ruhige Liegeplätze für die Fährschiffe darstellen, werden fast ausschliesslich nur als Schutzhäfen im Winter von fremden Schiffen aufgesucht. Die später zu beschreibenden Eisenbahnfähren, welche der Homberg-Ruhrorter nachgebildet wurden, haben die Herstellung von Flusshäfen jedesmal fortgelassen, wenigstens solche hierzu nicht neugeschaffen.

In die Häfen führen in der Hauptachse der Bahnhöfe beiderseits geneigte Ebenen in einem Gefälle von 1 : 10 bis unter das tiefste Wasser herab; auf ihnen liegt ein einziges Gleis, welches sich auf den Bahnhöfen in geeigneter Weise verzweigt. Die Fährschiffe sind flache eiserne, mit wasserdichtem Verdeck versehene Prahme mit kräftigen Längsträgern, 33^m,5 lang, 4^m,1 breit, 1^m,0 hoch; sie tragen ein Gleis und bieten Raum und Trägfähigkeit für 3 Güterwagen von je 200 Ctr. Nettolast.

Die Verbindung zwischen Schiff und Land erfolgt wieder durch einen kleinen Uebergangswagen mit stählernen schleppenden Stahlspitzen landwärts und etwa 3^m,5 langer Ausgleichungsklappe wasserwärts, welche durch rückwärts verlängerte Hebel und Gegengewichte um ihre horizontale Drehachse im Gleichgewicht liegt. Klappe und Schiene des Fährprahms werden in einfachster Weise durch einen eingesteckten Bolzen in gelenkartige Verbindung gesetzt.

Zur sicheren Stellung des Prahmes dient eine schräg verholmte Pfahlwand, welche die geneigte Ebene genau parallel begleitet und noch an der Anlandestelle genügend hoch über Wasser tritt.

Das Auf- und Abladen der Prahme erfolgt nicht durch eine stationäre Maschine, wie bei den bisher beschriebenen Anlagen, sondern durch eine Locomotive, welche auch den Rangirdienst auf dem Bahnhofe zu besorgen hat. Die Locomotive betritt die geneigte Ebene nicht, sondern bleibt in deren Verlängerung auf dem oberen Bahnhofgleise, ist aber mit den Wagen durch ein Drahtseil, welches auf der geneigten Ebene auf Rollen liegt, in Verbindung. Beim Entladen eines Prahmes wird das Drahtseil mittelst eines Hakens oder einer eisernen Schleife in den Zughaken des vordersten der 3 Wagen gelegt und dann durch die obere Locomotive, an welche ebenfalls das Seil angehakt ist, emporgezogen. Haben die 3 Wagen die Bahnhofsebene erreicht, so setzen sie ihren Weg mit der angenommenen Geschwindigkeit fort. Um hierbei ein Verschlingen des Drahtseiles zu vermeiden, steigt ein Arbeiter auf den vordersten Wagen und lässt sich mit dem Zuge die geneigte Ebene hinaufziehen, wirft dann aber auf dem Gipfel der geneigten Ebene den Haken des Drahtseils mittelst einer angebundenen Leine aus dem Zughaken des Wagens und lässt das Seil auf den Boden fallen. Die Locomotive hat mittlerweile das Seil abgeworfen und fährt die Wagen in die entsprechenden Gleise, holt andere überzusetzende herbei und rückt sie bis etwas über den abgerundeten Scheitel der geneigten Ebene vor, woselbst sie entweder gebremst

[4]) Th. Weishaupt, die Homberg-Ruhrorter Rheintraject-Anstalt; besonderer Abdruck aus Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1857.

oder mit Holz hinterlegt werden. Das Drahtseil wird angehakt, die Locomotive bewegt sich rückwärts bis ans andere Seilende, welches befestigt wird, und nun leitet dieselbe den Zug an dem Seil hinunter ins Schiff. Man übersieht leicht, dass die Locomotive an einem ganz bestimmten, aber mit dem Wasserstande wechselnden Punkte halten muss, wenn nicht die Wagen über das Schiffsende hinaus ins Wasser stürzen sollen. Auch darf die Beladung nicht zu langsam erfolgen, weil sonst die Wagen nicht im Stande sein würden, bei dem heftigen Einsinken des Fahrprahms während des Auflaufens der Wagen, die sehr geneigten Schienen auf dem Verdeck zu erklimmen. Erst bei vollständiger Beladung stellt sich das Schiff wieder ganz horizontal. Es ist nicht zu leugnen, dass die ganze Manipulation Etwas in sich schliesst, was dem ruhigen und sichern Betrieb auf Eisenbahnen widerspricht. Auf der ganz analog provisorisch während des Brückenbaues angelegten Fähranstalt zwischen Ludwigshafen und Mannheim geschah das Beladen etwas anders. Die Locomotive setzte die Wagen nicht direct auf den Prahm, sondern hing sie etwas oberhalb des Uebergangswagens ab, nachdem sie mittelst eines Holzpflockes unterlegt worden waren. Durch Fortschlagen dieses Pflockes erlangten die Wagen nun jedesmal auf dem Prahme solche Geschwindigkeit, dass sie ohne Stoss bis ans Ende des Schiffes liefen.

Die Prahme werden durch Taue fest zur Seite eines kleinen, etwa 60 Pferde starken Räder-Dampfschiffes gekuppelt und in dieser Lage übergesetzt, etwas vor der geneigten Ebene bei geringer Geschwindigkeit abgelöst und von der Bemannung (2 Mann auf jedem Prahm) mittelst eines eingelegten Steuerruders sicher weiter befördert.

In grösstentheils sehr enger Nachahmung der beschriebenen Eisenbahnfähre zwischen Homberg und Ruhrort sind an mehreren Punkten des Rheins Bahnübergänge hergestellt worden:

1. Zwischen einer kleinen Haltestelle oberhalb Coblenz und Oberlahnstein zum Uebersetzen von Rohproducten, jetzt ausser Thätigkeit wegen der Vollendung der Coblenzer Rheinbrücke;
2. zwischen Bingerbrück und Rüdesheim[5]) zur Verbindung der Rhein-Nahebahn mit der Nassauischen Bahn; sie wird betrieben mit 5 Schalden und 2 Dampfschiffen, welche auch den Personenverkehr, aber ohne Personenwagen, vermitteln. Die Schalden sind aus Holz, einerseits spitz und nur von der anderen Breitseite zu befahren; einige sind für 3, andere für 4 beladene 200 Ctr.-Wagen bestimmt; der Preis einer Schalde betrug 5148 beziehentlich 6150 Mk. Ein Dampfschiff von 90 Pferdekraft kostete 107100 Mk.;
3. Mainz-Gustavsburg provisorisch während des Baues der dortigen Rheinbrücke;
4. Ludwigshafen-Mannheim[6]) provisorisch während des Baues der dortigen Rheinbrücke.

Im Betriebsjahre 1864/65 wurden $5^1/_2$ Million Centner Güter daselbst über den Rhein gesetzt, im Ganzen 71290 Wagen, so dass im Durchschnitt 77,8 Centner auf jeden trajectirten Wagen kommen.

5) Geschäftsbericht über die Betr.-Verw. der Rhein-Nahe-Bahn pro 1864, p. 12, mitgetheilt in Heusinger's Organ 1866, p. 86.

6) Geschäftsbericht d. Direct. d. Pfälzischen Ludwigsb. pro 1864|65, p. 35. Abgedruckt in Heusinger's Organ 1866, p. 258.

In den Monaten October bis Januar war der Verkehr am grössten und wurden dann täglich 300 Wagen mit einem durchschnittlichen Ladegewicht von 24000 Centner befördert, was nur mittelst Einführung eines regelmässigen Nachtdienstes mit besonderem Personal möglich war. Die Anlagekosten der Fähranstalt in Ludwigshafen betrugen im Ganzen 49543 Mk. und die Betriebskosten im Jahre 1864/65 70,196 Mk.

Von allen diesen Einrichtungen mit geneigten Ebenen hatte, wie erwähnt, keine einen besonderen Hafen, nur lag die Gustavsburger Ebene in einem solchen, welcher bereits vor der Erbauung der Fähre bestand. Im Allgemeinen war die Richtung der geneigten Ebene in Bezug auf den zu überschreitenden Fluss durch die Oertlichkeit bedingt und meist senkrecht gegen das Ufer angelegt. Es ist dies ein Uebelstand, der gewiss in vielen Fällen vermieden werden kann; in jeder Beziehung besser ist die Anlage der geneigten Ebene entlang der Uferböschung. Die Fährschiffe sind hierbei den Angriffen des Stromes entzogen und können leichter gelandet werden; auch befindet sich die Führungspfahlwand ganz im Schutze des Ufers; endlich werden die Erdarbeiten sehr gering und man umgeht die lästige Gefahr einer Versandung der unter Wasser liegenden Schienenstrecke. die in Häfen oder Ufereinschnitten unvermeidlich ist. Die geneigten Ebenen oberhalb Coblenz und Mainz waren in dieser Weise parallel mit dem Ufer des Rheins gerichtet.

Die vorher nachgewiesenen Unvollkommenheiten beim Betriebe von Eisenbahnfähren mit geneigten Ebenen von schroffem Gefälle haben dazu geführt, auf der Uebergangsstelle zwischen Homberg und Ruhrort wesentliche Verbesserungen anzubringen, indem man einmal die geneigten Ebenen überhaupt verwarf und sie durch eine senkrechte Beförderung der Wagen zwischen Schiffsdeck und Bahnhofsebene ersetzte (diese Anlage wird etwas später ausführlich besprochen werden), und das anderemal, indem man eine geneigte Ebene, aber mit viel sanfterem Gefälle, beibehielt, den Seilbetrieb verwarf und ihn durch einen directen Locomotivbetrieb ersetzte.

Das frühere Gefälleverhältniss der geneigten Ebene von $\frac{1}{10}$ wurde zu $\frac{1}{24}$ ermässigt und der Uebergangswagen so verstärkt, dass er mit Locomotive bis zu den Fährprahmen befahren werden kann.

Der in Eisen construirte Uebergangswagen hat eine bemerkenswerthe Einrichtung erhalten; er besteht aus 4 Hauptheilen:

1. Zwei horizontale Stahlzungen von $3^m,1$ Länge, welche als Schleppschienen auf den Fahrschienen der geneigten Ebene ruhen und durch Gelenke verbunden sind mit
2. dem eigentlichen Uebergangswagen. Dieser ist, um seine Länge zu verkürzen (er ist $12^m,9$ lang), in einer wasserwärts gerichteten Steigung von $\frac{1}{24}$ erbaut, ruht auf 7 Achsen und trägt in Gelenken
3. die kräftige Ausgleichungsklappe von $5^m,6$ Länge; sie liegt horizontal beim Anlegen des beladenen Prahmes, aber in einer Neigung von $\frac{1}{24}$, wenn dieser leer ist.
4. Zur Unterstützung der schweren Ausgleichungsklappe dient ein Vorderwagen, der auf einer Achse mit Rädern ruht und mittelst Hebel und Gegengewichte ein Heben und Senken der Klappe in die Höhe der ankommenden Schalde gestattet.

Die Regulirung des Uebergangswagens, dessen obere Fahrschienen vollständig wasserfrei liegen, nach den wechselnden Wasserständen geschieht aufwärts durch eine Zugkette mittelst der Locomotive, abwärts durch das Ziehen eines vorgelegten Dampfschiffes. Zur Verhütung des Hinunterrollens des Wagens dient eine an dessen vierter

Achse angebrachte Blockbremse, welche sich keilförmig zwischen Schiene und Rad schiebt und durch einen Gewichthebel angedrückt wird.

Der ganze Wagen wiegt 200 Centner und kostet 4200 Mk.

Der Transport der Schalden geschieht in der früher erwähnten Weise durch seitliches Anhängen an ein Räder-Dampfboot von 60 Pferdekraft.

Die Fähranlage soll nach Mittheilungen der dortigen technischen Beamten durch diesen Umbau sehr viel an Sicherheit und Leistungsfähigkeit gewonnen haben, so dass bei ununterbrochenem Betriebe mit mindestens 6 Schalden bequem in einem Tage (ohne Nachtdienst) 300 Wagen von einem Ufer zum anderen übergesetzt werden können.

III. Eisenbahnfähre zwischen Homberg und Ruhrort, mit senkrechter Hebung und Senkung der Wagen.[7]

Sie wurde, wie schon erwähnt, erbaut, weil die bestehende Fähranstalt mit flachen Schalden, stark geneigten Ebenen und Seilbetrieb durch Locomotiven vielfache Nachtheile zeigte und die Eisenbahnverwaltungen durch eine möglichst vollkommene Einrichtung den höchst wichtigen Rheinübergang sichern und fördern wollten.

Das von Jacobi, Haniel und Huyssen in Sterkrade gelieferte Fährschiff, ein Räderdampfschiff von 200 Pferdekraft (Niederdruckmaschinen mit zwei oscillirenden Cylindern von $1^m,18$ Durchmesser und $0^m,94$ Hub bei 2 Atmosphären Ueberdruck des Dampfes), besitzt ein flaches Deck von $52^m,3$ Länge, $8^m,16$ mittlerer Breite und $7^m,54$ Breite an den Enden und trägt 3 parallele Schienengleise, von denen die beiden äusseren in einer Entfernung von $3^m,45$ von Mitte zu Mitte liegen.

Das Deck kann also entweder auf beiden äusseren Gleisen zusammen 12 bis 14 schwerster Güterwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit und $6^m,0$ Länge, oder eine kleinere Anzahl auf dem mittleren Gleise allein aufnehmen. Das Schiff hat eine Höhe von nahe 3^m, Blechplatten am Boden und in den unteren Theilen der Seitenwände von $8^1/_2$, weiter aufwärts von $6^1/_2$ Millimeter, taucht leer $0^m,92$, beladen $1^m,26$, führt vorn und hinten Steuer, welche von einer hohen Steuerbrücke aus regiert werden, und hat Schaufelräder von $4^m,40$ Durchmesser mit beweglichen, senkrecht ins Wasser schlagenden Schaufeln.

An beiden Rheinufern in den Häfen und neben den geneigten Ebenen sind die Hebevorrichtungen erbaut. Jede derselben ist in einem thurmartigen Gebäude eingeschlossen. In dem Hebethurme bewegt sich senkrecht eine mit ebenfalls drei Gleisen versehene, aus Eisenträgern kräftig construirte Bühne. Die beiden Seitengleise sind $7^m,54$ lang; das Mittelgleis hingegen ist landwärts bis auf 11^m verlängert; auf Ersteren haben die grössten 4rädrigen, auf Letzterem 6rädrige Wagen Platz. Diese Bühne findet in dem unteren Theile des Hebethurms in dessen mittleren Querachse eine höchst kräftige und sichere Führung zwischen Eisenschienen, welche mit einer an das Mauerwerk geankerten Eichenholzrüstung verbunden sind. Die Hubhöhe ist natürlich mit den um etwa 10^m wechselnden Wasserständen verschieden; die Bühne kann bis nahe zum niedrigsten Wasser hinabsinken, findet aber eine constante höchste Stellung in der Ebene der Bahnhofsgleise durch die Gegenlage an starke Hölzer (Fangklötze). Die grösste Hubhöhe ist $8^m,46$; die am häufigsten eintretende 4 bis 5^m. Der untere Theil des Hebethurms hat wasserwärts keine Wand; das Fährschiff, welches mit entsprechenden Bufferapparaten versehen ist und in seiner Stellung durch ein vorgebautes, kräftig verstrebtes Pfahlwerk gehalten wird, legt sich an den Thurm;

---

[7]) Th. Weishaupt, die Homberg-Ruhrorter Rheintraject-Anstalt, Berlin 1857, bei Ernst und Korn, auch mitgetheilt in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1857.

die Bühne senkt sich herab, bis sie mit der Vorderkante auf dem Schiff ruht und sich mittelst einer hakenförmigen Kuppelungsvorrichtung mit demselben sicher verbindet; sie stellt solcherart die genaue Verlängerung der Schiffsgleise her. Die Wagen werden dann durch die Mannschaft paarweise, wenn die äusseren Gleise, oder einzeln, wenn nur das Mittelgleis befahren war, auf die Bühne geschoben, worauf Letztere sich hebt und die Wagen wieder durch Arbeiter auf die Bahnhofsgleise geschoben werden. Durch eine Wiederholung der Operation wird die ganze Deckladung des Schiffes auf den Bahnhof gebracht. In umgekehrter Reihenfolge geschieht die Beladung des Fährschiffes.

Der Bühne wird die Bewegung ertheilt durch hydraulische Pressen, welche im oberen Theile des Hebethurms aufgestellt sind. Die ganze Einrichtung derselben ist im Princip dieselbe wie bei den bekannten hydraulischen Krahnen und wurde von Armstrong in Newcastle upon Tyne geliefert. Auf einem schmiedeeisernen Querbalken, etwa 6^m über der Bahnhofshöhe, steht im Mittelpunkt des Gebäudes der Haupthebecylinder von $9^m,1$ Länge und 5 Centimeter dicker Wandung; er besitzt am oberen Ende eine Stopfbüchse, durch welche ein ebenfalls $9^m,1$ langer Taucherkolben von $0^m,305$ Durchmesser geht. Dieser endigt oben mit einem Kreuzkopfe, dem Befestigungsmittel nachstehender Theile:

1. der Gradführung, welche an Eisenschienen gleitet, die wieder in einem Holzgerüste im Innern des Thurmes ihre Stütze finden;
2. der beiden schräg abwärts laufenden Gliederketten, an welchen die Bühne hängt;
3. der beiden nach oben gerichteten, im Dachraum des Thurmes über Rollen seitwärts in Schächte geführten Ketten, von denen zur theilweisen Aufhebung der todten Gewichte des Kolbens und der Bühne u. s. w. Gewichte von zusammen 25 Tonnen hängen;
4. einer nach oben laufenden und ebenfalls über Rollen geführten Kette, welche an den Kolben eines zweiten kleineren Hebecylinders greift. Dieser hat $0^m,19$ Durchmesser und den halben Hub des grossen Cylinders. Der Kolben trägt aber eine Rolle und die unter 4 erwähnte Kette greift nicht unmittelbar an denselben, sondern ist über diese Rolle geführt und mit dem Körper des kleinen Cylinders verbunden, so dass der Druck des Kolbens nur zur Hälfte, aber wieder mit der vollen Hubhöhe, auf die Kette wirkt. Der kleine Cylinder ist mit seinem Fussende nach oben, mit dem Kolben nach unten gerichtet; er hat den Zweck, beim Beladen des Schiffes die leere Bühne empor zu heben, um weniger Druckwasser zu brauchen; der grosse Cylinder arbeitet in der Regel allein; bei besonders schweren Lasten jedoch können beide Cylinder zusammen wirken.

Die Pumpen zur Lieferung des Druckwassers befinden sich nicht im Thurme, sondern in einem besonderen, seitwärts auf dem Bahnhofe liegenden Maschinengebäude. Dasselbe enthält eine horizontal liegende Expansions-Hochdruckmaschine von 30 Pferdekräften mit 2 Cylindern von $0^m,35$ Durchmesser; die Verlängerungen der Kolbenstangen treiben unmittelbar zwei doppelt wirkende Druckpumpen für die hydraulischen Pressen im Hebethurm. Es wird jedoch das Druckwasser nicht sofort in den Hebethurm getrieben, sondern zunächst in einen Sammelcylinder (Accumulator), welcher mit Stopfbüchse und Taucherkolben versehen ist. An Letzteren ist durch einen Kreuzkopf ein grosser mit Eisen und Steinen gefüllter Gewichtskasten in Form eines cylindrischen

Mantels gehängt. Der Kolben hat 6^m Länge und $0^m,42$ Durchmesser; er drückt mit einem Gewichte von 57,6 Tonnen auf das Wasser, wodurch eine Spannung desselben von nahe 46 Kilogramm auf den Quadratcentimeter (650 Pfd. engl. pro □Zoll) entsteht. Der nutzbare Inhalt des Sammelcylinders entspricht der Summe der Inhalte des grossen und kleinen Hebecylinders im Hebethurm. Eine in dem Erdboden liegende Druckröhre verbindet den Sammelcylinder mit dem Hebethurm; im Maschinengebäude ist dieselbe mit einem Windkessel und Sicherheitsventil versehen.

Am Gewichtskasten des Sammelcylinders sind Ansätze und Ketten angebracht, welche dieses Sicherheitsventil öffnen, sowie die Drosselklappe des Dampfrohres schliessen, wenn der Kolben den höchsten Punkt erreicht hat; die Dampfmaschine arbeitet dann ganz langsam, ohne dass der Gewichtskasten sich weiter hebt, und geht sofort wieder mit voller Kraft, sobald ein Theil des Druckwassers im Hebethurm gebraucht worden ist. Mit der Dampfmaschine hängt ferner zusammen die Kaltwasserpumpe, welche das Betriebswasser aus einem Brunnen in einen über der Maschine liegenden Behälter hebt; ferner die Speisepumpe für die Dampfkessel. Der gebrauchte Dampf wird zum Vorwärmen verwendet.

Durch diese bemerkenswerthe Einschaltung des Sammelcylinders in die Druckröhre ist erreicht, dass eine verhältnissmässig schwache Maschine mit längerer Arbeitszeit die kurz dauernde aber sehr grosse Arbeit beim Heben der beladenen Bühne leisten kann, dass ferner der Maschinist im Hebethurm von dem im Maschinenhause vollständig unabhängig ist, und Ersterer in jedem Augenblick über ein ausreichend grosses aufgespeichertes Arbeitsquantum verfügt. Dagegen liegt aber auch in dieser Anordnung eine Kraftverschwendung, indem zur Hebung der Bühne stets die Füllung des Hebecylinders mit demselben für die grösste Belastung berechneten hochgespannten Druckwasser erfordert wird, unabhängig davon, welche Belastung die Hebebühne gerade trägt. Die überschüssige Arbeit wird hierbei durch die Reibung in den engen Ventilöffnungen verzehrt und muss sich durch eine Erwärmung des Druckwassers zu erkennen geben.

Die Druckröhre mündet im unteren Stockwerke des Hebethurms in einen Ventilkasten, durch welchen das Wasser die den auszuführenden Operationen entsprechende Vertheilung erhält.

Der Ventilkasten ist ein mit röhrenförmigen Kammern versehener gusseiserner Körper, aus welchem nach vier Richtungen Röhren abzweigen, nämlich 1. die eben erwähnte Druckröhre; 2. die Röhre für das gebrauchte Druckwasser, welche zu einem kleinen, im Dachgeschoss des Thurmes aufgestellten Behälter führt, von wo das überflüssige Wasser durch ein Ueberfallrohr wieder in die Wasserbehälter des Maschinenhauses zurückgeleitet wird; 3. die Röhre zum grossen Cylinder; 4. die Röhre zum kleinen Cylinder.

Zu diesen vier Röhren gehören auch vier besondere Ventile, welche durch Hebel bewegt werden können und durch welche die erforderlichen Combinationen möglich sind. Im Innern des Ventilkastens liegen noch zwei selbstwirkende Ventile, die bei der Thätigkeit nur eines der beiden Hebecylinder den anderen aus den oberen Behältern mit ungespanntem Wasser ausfüllen, um leere Räume zu vermeiden. Ausserdem befindet sich im Innern noch ein in die Druckröhre sich öffnendes selbstthätiges Sicherheitsventil, welches dann spielt, wenn durch zu schnelles Abwärtsbewegen der Bühne die lebendige Kraft in dem Hebecylinder einen grösseren Druck erzeugt, als im Druckrohr selbst. Zu ähnlichem Zwecke wurde noch ein weiteres, nach Aussen sich öffnendes belastetes Ventil zwischen Ventilkasten und grossem Hebecylinder eingeschaltet.

Durch eine bei Annäherung der Bühne zum Schiffsdeck während des Niedergangs in Thätigkeit tretende Hebelverbindung schliesst sich das Ventil für das abströmende gebrauchte Wasser; durch eine ähnliche Einrichtung schliesst sich das Ventil für das Druckwasser, wenn die Bühne sich während des Emporhebens der durch die Fangklötze angegebenen Bahnhofshöhe nähert. Die Steuerung der Hebecylinder ist dadurch in gewisser Hinsicht selbstthätig und macht eine etwaige Unaufmerksamkeit des Maschinisten vollständig unschädlich.

Die wesentlichen Theile der beschriebenen Anlage sind auf Tafel LXI dargestellt.

Fig. 1. Querschnitt des Hebethurms;
Fig. 2. Längenschnitt desselben;
Fig. 3. Horizontalschnitt durch das obere Stockwerk desselben;
Fig. 4. Grundriss des Maschinenhauses;
Fig. 5. Durchschnitt desselben;
Fig. 6. Steuerung für den grossen und kleinen Hebecylinder (Ventilkasten *e* im Hebethurm).

Im Hebethurm:

a Hebebühne (Plateform);
b grosser hydraulischer Hebecylinder, an dessen Kolben-Kreuzkopf die Tragketten a_1 für die Hebebühne *a* unmittelbar angreifen;
c kleiner hydraulischer Hebecylinder, an dessen Kolben eine Rolle sitzt und welcher den Zug durch die Kette c_1 an den Kreuzkopf überträgt;
d Gegengewichte, durch die Ketten d_1 und durch die oberen Führungsrollen mit dem Kreuzkopf verbunden;
e Ventilkasten;
f Druckrohr aus dem Maschinengebäude her;
g Rohr aus dem Ventilkasten nach dem grossen Cylinder;
h Rohr aus dem Ventilkasten nach dem kleinen Cylinder;
i Rohr aus dem Ventilkasten für das gebrauchte Wasser, nach dem offenen Gefäss *l* oben im Thurme;
k Rücklaufrohr aus dem Gefässe *l* in den Behälter *u* im Maschinengebäude.

Im Ventilkasten:

e_1 Abschlussventil des Druckwassers;
e_2 Abschlussventil des gebrauchten Wassers;
e_3 Abschlussventil der Röhre *g* zum grossen Cylinder;
e_4 Abschlussventil der Röhre *h* zum kleinen Cylinder;
n Ventile, welche sich aus der Röhre *i* nach dem einen oder andern Cylinder öffnen, wenn einer derselben vom Druckwasser abgesperrt ist und der Apparat sich durch den andern Cylinder bewegt;
m Sicherheitsventil, welches sich in die Druckröhre *f* öffnet, wenn im Innern der Cylinder, beim raschen Abschluss der Röhre *i* während des Niederganges der Hebebühne, der Wasserdruck durch die lebendige Kraft der bewegten Massen grösser wird als der Druck in der Druckröhre selbst.

Im Maschinengebäude:

q Dampfcylinder;
r doppeltwirkende Druckpumpen;
r_1 Saugröhre hierzu aus dem Behälter *u* über der Maschine;
r_2 Druckröhre in den Accumulator (Sammelcylinder) *v*;
r_3 oben geschlossener Röhrenzweig in der Druckröhre, als Windkessel dienend;
r_4 Sicherheitsventil, selbstthätig durch den Accumulator geöffnet, wenn derselbe gefüllt ist;
f Druckröhre aus dem Accumulator in den Hebethurm;
k Röhre aus dem Hebethurm nach dem Behälter *u* für das gebrauchte Wasser;

s Dampfröhre mit Abschlussventil und Drosselklappe s_4, welche ebenfalls durch den Accumulator selbstthätig bewegt, d. h. geschlossen wird, wenn Letzterer gefüllt ist;

s_1 gebrauchter Dampf, auch zum Vorwärmen des Wassers in u dienend;

s_2 Vorwärmer zur Kesselspeisepumpe s_3.

Der Betrieb dieser Fähre wurde im Frühjahr 1856 eröffnet. Die Baukosten (also ohne Hafenanlagen) betrugen im Ganzen für beide Ufer zusammen 996,000 Mk., worin die Maschinen mit 140,220 Mk. und das Fährboot mit 237,300 Mk. enthalten sind.

Die Maschinen arbeiten mit Ruhe und Sicherheit. Man hat mit Erfolg auch die für die geneigten Ebenen bestimmten flachen Prahme vermittelst der Hebethürme beladen und ist bei dem sich mehrenden Verkehr im Jahre 1865 dazu übergegangen, ein zweites Fährdampfboot von $55^m,8$ Länge und $8^m,15$ Breite im Deck zum Preise von 224,538 Mk. aus englischen Werkstätten [8]) zu beschaffen. Auf diesem Boote können 16 Stück 200 Ctr.-Wagen zugleich übergesetzt werden; es besitzt Maschinen von einer mit dem Indicator ermittelten Leistung von 400 Pferdekraft.

Durchschnittlich beträgt die Leistung der Homberg-Ruhrorter Eisenbahnfähre mit einem Schiffe auf die Stunde 16 Wagen = 1 Ladung, also mit 2 Schiffen 32 Wagen. Die Ueberfahrt dauert 10 bis 15 Minuten, je nach dem Wasserstande; die Fördergeschwindigkeit der stark belasteten Hebebühnen ist 17 bis 18 Fuss in der Minute.

Ueber die Betriebskosten ist eine Veröffentlichung nicht erfolgt; sie müssen jedoch bei der zusammengesetzten Maschinenanlage und der Menge Bedienungsmannschaften und Beamten bedeutend sein. Im Frachttarif wird die Stromübersetzung gleich $1^1/_2$ Meile Fahrt berechnet.

Die Betriebsverwaltung der Bahn würde gern ein schnelleres Heben der Bühne und ein grösseres Hebungsvermögen derselben sehen, da die zu hebende Nutzlast 620 Centner nicht übersteigen darf, weil sonst eine Bewegung überhaupt nicht eintritt. Jene grösste Last kann aber unter Umständen von zwei schwer beladenen 200 Centner-Wagen wohl überschritten werden. Man hat sich jedoch nicht entschliessen können, eine wesentliche Aenderung in den Maschinen vorzunehmen. Eine Vermehrung des Kolbendurchmessers des grossen Cylinders würde einen vollständigen Umbau vieler anderer Maschinentheile zur Folge haben, und eine noch grössere Spannung des Wassers einzuführen, durch Erhöhung des Gewichtes am Accumulatorkolben, hat man nicht gewagt, trotzdem die Röhren und Cylinder einem sehr bedeutenden Probedruck unterworfen gewesen sind.

Es wird nicht ohne Interesse sein, die Resultate von Beobachtungen an Manometern, welche an verschiedenen Stellen des Apparates angebracht waren, zu erfahren.

Im Accumulator herrscht ein Druck von 49 Atmosphären, gleichviel ob der Gewichtskolben hoch oder niedrig steht, ob die Hebecylinder arbeiten oder nicht.

Es richtet sich der Wasserdruck im Hebecylinder nach der zu hebenden Last: er schwankt zwischen 11 und 39 Atmosphären, Ersterer bei leerer, Letzterer bei mit 620 Ctr. belasteter Bühne. Liegt die Bühne in ihrer höchsten Lage gegen die Fangeklötze, so steigt der Druck auf 45 Atmosphären.

---

[8]) Geschäftsbericht d. Verwaltung der Ruhrort-Crefeld-Kreis-Gladbacher Eisenbahn etc. 1865, p. 41.

Die Hebevorrichtungen der Homberg-Ruhrorter Fähre haben den gewiss sehr grossen Vorzug, dass die Eisenbahnwagen während des Flussüberganges keinerlei Stösse erleiden und dass 6rädrige Wagen ebensogut wie 4rädrige befördert werden können; auch sind die Gefahren und Verluste vermieden, welche durch Ungeschicklichkeit des Locomotivführers oder durch Seilbrüche etc. bei den steilen geneigten Ebenen mit Seilbetrieb an Locomotiven mehrfach eingetreten sind. Jedoch ist es auch schon vorgekommen, dass bei den Hebethürmen ein Wagenzug von der Bahnhofshöhe auf die gerade tiefstehende Bühne hinuntergestürzt ist. Solche Unglücksfälle sind aber ohne Zweifel stets zu vermeiden. Dagegen haben die Hebethürme den grossen Nachtheil, dass Eisenbahngüter, welche auf mehr als einen Wagen geladen sind (z. B. Bauhölzer, Dampfkessel, lange Maschinentheile u. dergl.) durch sie nicht befördert werden können. Man ist daher genöthigt gewesen, neben ihnen noch stets die geneigten Ebenen beizubehalten, über welche solche lange auf Schemelwagen geladene Gegenstände ohne irgend einen Nachtheil geführt werden. Die vorher beschriebene Verbesserung der geneigten Ebenen durch Ermässigung ihres Gefälles und durch Fortlassung des Seilbetriebes hat überhaupt fast alle den früheren derartigen Einrichtungen anhaftende Schädlichkeiten vollständig aufgehoben. Es ist daher erklärlich, dass eine Wiederholung der Hebeapparate bei anderen Eisenbahnfähren seither nicht eingetreten ist.

§ 4. Beschreibung der Eisenbahnfähren, deren Fährschiffe einen durch eine Leitung vorgeschriebenen Weg durchlaufen. — Vorbild und Anregung zu diesen Anlagen haben die Kettenfähren für gewöhnliches Strassenfuhrwerk gegeben, welche (zuerst in grösserem Maassstabe vom Ingenieur Rendel zu Plymouth) bei Ueberschreitung von Meeresarmen im südlichen England ausgeführt worden sind und seit einer grossen Reihe von Jahren ihren Zweck unter sehr ungünstigen Verhältnissen vollkommen erfüllen. Diese Fähren liegen zu Devonport bei Plymouth, zwischen Portsmouth und Gosport, bei Southampton und an mehreren anderen Stellen.

Erstere[9]) führt über einen Meeresarm von 6431 bis 7772^m Breite, je nach der Fluth, die hier einen Wasserwechsel von 5^m,48 und einen Fluthstrom von 2^m,20 Geschwindigkeit in der Secunde erzeugt. Die grösste Wassertiefe beträgt 29^m. Das Fährschiff aus Holz hat 16^m,76 Länge und 13^m,72 Breite und trägt auf dem mittleren Raume des Deckes eine etwa 30 Pferde starke Dampfmaschine, welche zwei mit entsprechenden Vertiefungen am Rande versehene Kettenräder von etwa 2^m,30 Durchmesser in Bewegung setzt und das Schiff treibt, indem diese Räder sich an zwei über sie gelegte Ketten von 25 Millimeter Eisenstärke abwickeln. Diese Ketten liegen auf dem Meeresgrund und tauchen erst mit dem Fortgleiten der Fähre auf; sie sind über die im Verhältnisse $\frac{1}{11}$ aufsteigenden Ufer bis über höchstes Wasser geführt und daselbst durch Gegengewichte von 120 Centner, die sich in Schächten bewegen, angespannt. Neben der Maschine liegen die Plätze für die Wagen, welche über entsprechende Klappen, die über beide Enden des Fährschiffes vorragen und sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, beim Anlanden die Verbindung mit dem Ufer finden. Die Fahrt dauert 7 bis 8 Minuten.

Bei anderen derartigen Fähren liegen die Maschinen und Kessel zu beiden Seiten der Strasse für die Fuhrwerke; bei anderen wieder ist nur eine Führungskette angeordnet.

---

9) Transact. of the Inst. of Civ. Engin. Vol. II; 1838.

Die erste Verwendung dieser Kettenfähren für den Transport von Eisenbahnwagen über einen Binnenstrom geschah auf dem Nil[10]) zwischen den Städten Kafr Lais und Kafr E'Sayat, auf der Hälfte des Weges an der Eisenbahn von Alexandria nach Kairo. Die Anlage wurde von Stephenson & Comp. zu Newcastle upon Tyne ausgeführt. Der Nil hat daselbst zwischen den Anlandestellen eine Breite von 334^m und zeigt einen Wasserwechsel von $8^m,23$. An den Ufern wurden keine geneigten Ebenen erbaut, sondern die über Hochwasser liegenden Bahnen auf Gerüsten von eisernen eingeschraubten Pfählen horizontal soweit vorgeschoben, dass das Fährschiff bei niedrigstem Wasserstand noch flott blieb. Dieses war aus Eisen mit flachem Boden und sehr grosser Grundfläche erbaut, es maass $24^m,4$ in der Länge und $18^m,3$ in der Breite; es hatte unbeladen $0^m,91$, in voller Ladung $1^m,07$ Tiefgang, und wurde durch zwei liegende Dampfmaschinen von 15 Pferdekraft in 6 Minuten über den Fluss bewegt; die durch Gewichte angespannten Ketten lagen $8^m,5$ von einander, die Kettenräder hatten $2^m,74$ Durchmesser.

Das Deck dieses flachen Fahrzeuges trug ein auf 16 Hauptstützen ruhendes, gut verstrebtes eisernes Gerüst von etwa 18^m Höhe über der Wasserfläche; hoch oben ruhte ein flaches, hölzernes Verdeck, aber zwischen diesem und dem unteren Schiffsdecke war eine bewegliche, in 8 Hauptquerträgern hängende, mit jenen 16 Stützen verbundene Bühne, welche 2 Schienengleise trug und stets in solcher Höhe gehalten wurde, dass die festen Schienen an den Ufern mit denen des Fährschiffes übereinstimmten. Zur Ausgleichung kleiner Höhenunterschiede waren die letzten Schienenenden am Ufer noch etwas beweglich. Das Heben der Bühne erfolgte durch Schrauben vom oberen Deck her in einfacher Weise durch Arbeiter.

Die Nilfähre hatte den Zweck, die Züge mit Locomotiven, Personen- und Güterwagen über den Strom zu führen und ist nach Angabe des unten angezogenen Berichtes mit durchaus günstigem Erfolge 18 Monate lang in Thätigkeit gewesen. Der Betrieb muss übrigens doch nicht ohne Schwierigkeit gewesen sein, indem wenigstens zu Anfang die Reisenden in besonderen Dampfbooten übergesetzt wurden und am anderen Flussufer erst ihre Eisenbahnwagen wieder erreichten. Die Baukosten haben 18000 Liv. St. betragen, einschliesslich der auf eisernen Pfählen ruhenden Uferbahnen. Jetzt ist der Nil überbrückt und die Fähre ausser Thätigkeit.

Eisenbahnfähren der Rheinischen Eisenbahn.[11])

Die Rheinische Eisenbahn hat in ihrer Entwickelung das Bedürfniss empfunden, an mehreren Punkten ihr Schienennetz über den Rhein zu strecken, um neue Verbindungen anzuknüpfen oder reiche Bergwerks- und Industriebezirke in ihren Bereich zu ziehen. Concessionen zu Erbauung fester Brücken konnten, soweit bekannt, nicht oder nicht rechtzeitig erlangt werden, und man musste zur Herstellung von Eisenbahnfähren schreiten. Die erste derartige Anlage befindet sich zu Griethausen bei Cleve, behufs Anschluss an die Niederländische Rheinbahn; eine zweite führte seit dem Jahre 1867 bis 1872, als sie durch die Erbauung einer festen Rheinbrücke ausser Betrieb gesetzt wurde, die Osterath-Essener Zweigbahn von Rheinhausen nach Hochfeld über den Strom und war dazu bestimmt, die grossen Kohlen- und Eisenwerke

[10]) Sopwith in den Transact. of the Inst. of Civil. Engineers. Vol. XVII. Auch mitgetheilt in Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1859, p. 255.

[11]) E. Hartwich, Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahnen. Zweite Abtheilung. Berlin 1867. Auch in Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1867. Ferner: C. Schaltenbrand, Trajectanstalten, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1870.

Westphalens den links Rheinischen Bahnen zugänglich zu machen; eine dritte Fähre endlich ist bei Obercassel oberhalb Bonn im Jahre 1870 ausgeführt worden. Der Baudirigent der Rheinischen Eisenbahn, Herr Geheimer Oberbaurath Hartwich, welcher seiner Zeit bei Feststellung der Entwürfe für die Homberg-Ruhrorter Fähre mit den hydraulischen Hebevorrichtungen thätigen Antheil genommen hatte, ist jedoch bei den Fähranlagen für die Rheinische Bahn von diesem Systeme abgegangen und hat unter ursprünglicher Anlehnung an die beschriebenen Kettenfähren, denen er sehr wesentliche Aenderungen und Verbesserungen zufügte, Einrichtungen getroffen, durch welche die Fährschiffe an Führungen in gerader Linie den Fluss kreuzen. Sie legen sich an beiden Ufern an geneigte Ebenen und werden durch Locomotiven unmittelbar beladen und entladen; sie dienen eben sowohl zum Uebergange von Personenzügen, welche von den Reisenden nicht verlassen werden, als von Güterzügen. Die Betriebslocomotiven werden nicht übergesetzt.

Bei der Griethausener Rheinfähre sind nur zwei Fährstrassen erbaut; bei der Rheinhausener hingegen deren vier; Letztere, die bei Weitem bedeutendere, hat von den Erfahrungen und Verbesserungen Gebrauch machen können, die bei der Ersteren gewonnen wurden; sie wird daher auch bei der folgenden näheren Beschreibung zu Grunde gelegt werden.

Die Kettenführungen der englischen Fähren entsprechen ihrem Zweck vollkommen und zeigen kein nachtheiliges seitliches Abtreiben, wenn auch die Fluth- und Ebbeströmungen in den Meeresarmen, durch welche sie gelegt worden sind, grosse Geschwindigkeiten annehmen. Dies erklärt sich durch die grossen Wassertiefen daselbst; in den unteren Schichten wird wahrscheinlich die Geschwindigkeit viel geringer sein als oben; jedenfalls aber werden die periodisch eintretenden rückläufigen Strömungen ein etwa erfolgtes seitliches Abtreiben der Ketten wieder aufheben. Thatsache ist, dass die durch die Gewichte angespannten Ketten ihre Lage nicht wesentlich verändern. Bei einem fortwährend in derselben Richtung fliessenden Binnenstrome von geringer Wassertiefe und unregelmässigem Bette hingegen treiben die Ketten immer sehr bedeutend abwärts und können nur in grossen Bogen versenkt werden; auch ist das an einer solchen Kette geführte Fährschiff immer bestrebt, diesen Bogen trotz einer künstlichen Anspannung der Kette neu herzustellen. Hierdurch erwachsen für eine Flussfähre die bedeutendsten Unzuträglichkeiten.

Statt der beiden Führungsketten ist an den in Frage stehenden Rheinfähren ein einziges starkes Drahtseil als Leitseil angebracht, welches an der stromaufwärts gerichteten Seite des quer gegen den Strom liegenden langen Fährschiffes über zwei Führungsrollen gelegt und an den Ufern über höchstem Wasser durch Gegengewicht mit 300 Ctr. gespannt ist. Damit aber auch dieses Leitseil nicht eine nachtheilige horizontale Krümmung annehme, ist dasselbe in kurzen Zwischenräumen (etwa 38 Meter) durch Ankertaue, welche durch eine hakenartige Klaue angreifen und trotzdem den Uebergang über die Führungsrollen gestatten, gehalten. Die Ankertaue sind an Grundschrauben oder eingrammte und über der Flusssohle abgeschnittene Holzpfähle befestigt. Das Leitseil hat 46 Millim. äusseren Durchmesser und besteht aus $7 \times 7 = 49$ einzelnen starken Drähten. Ob es rathsam ist, das Leitseil durch die Ankertaue vollständig in gerader Linie zu halten, oder, wie bei Rheinhausen geschehen, ihm eine kleine stromabwärts gerichtete Buchtung zu ertheilen, damit dasselbe weniger schroff sich durchbiegt, wenn die Führungsrollen des Schiffes die Ankerpunkte überschreiten, scheint noch nicht festgestellt zu sein.

Zur Bewegung des Fährschiffes dient ein zweites stromabwärts liegendes,

schwächeres Drahtseil, das Fahrseil (29 Millim. Durchmesser), welches mit 80 Ctr. gespannt und über 2 Seilscheiben (2^m,51 Durchmesser) geschlungen ist, von denen die eine von einer kleinen, 25 Pferde starken, auf dem Deck stehenden Zwillingsdampfmaschine getrieben wird. Eine Verankerung hat das Fahrseil nicht.

Das Fährschiff ist aus Eisen, mit kräftigen Längsverstrebungen, flach gebaut, mit dichtem Deck und mit einem Gleise belegt, entweder 46 Meter oder 63 Meter lang und 7^m,85 breit, 1^m,1 vom Boden bis zum Deck hoch und bestimmt, sieben beziehentlich zehn vierrädrige 200 Centner-Wagen von je 6^m,28 Länge zu tragen. Es ist mit Ankern, Ankerwinden, in Flaschenzügen hängenden Nachen, Signalen, Glocken u. s. w. vollständig ausgerüstet und trägt an den Enden des Gleises leicht fortnehmbare, sehr wirksame Bufferapparate, die das Ablaufen des Zuges verhindern.

Zur Verbindung des Fährschiffes mit dem Ufer dienen im Verhältnisse $\frac{1}{18}$ geneigte Ebenen, die von der Bahnhofshöhe bis unter das tiefste Wasser geführt sind. Sie liegen senkrecht zum Strom und sind grösstentheils in das Ufer eingeschnitten; im unteren Theile sind die Langschwellen der Bahn auf Pfähle gelegt. An jedem Ufer befindet sich ein Uebergangswagen, dessen Schienen gegen das Wasser zu ansteigen und zwar an der geneigten Ebene um $\frac{1}{16}$, weiterhin um $\frac{1}{12}$; am Fährschiff ist die Neigung wieder flacher. Diese Einrichtung ist gewählt, um den Apparat kurz und leicht zu halten; die Steigungen sind noch der Art, dass eine nachtheilige Verschiebung der Wagenbuffer nicht eintritt. Das landwärts gekehrte Ende des Uebergangswagens erreicht die Wassergrenze nicht, vielmehr müssen die Räder der überzuführenden Fahrzeuge etwas ins Wasser tauchen, was übrigens in keiner Weise eine Unannehmlichkeit mit sich bringt. Wichtig ist, dass die an sonstigen ähnlichen Einrichtungen stets vorkommende Ausgleichungsklappe vermieden ist und dass das Fährschiff sich mittelst eines etwas zugespitzten Auswuchses fest auf eine mit Walzen versehene Achse des Ausgleichungswagens aufsetzt. Zur sicheren Führung und Befestigung des anfahrenden Schiffes dienen sinnreiche kleinere Einrichtungen, die am besten aus den beigefügten Zeichnungen ersichtlich werden. Der Transport der Wagen auf das Schiff und umgekehrt erfolgt durch eine Tenderlocomotive, welche unmittelbar die Bewegung ausführt. Das Fährschiff erleidet hierbei, da es auf dem Uebergangswagen fest aufruht, keine Längenschwankungen. Man hat nöthig befunden, zwischen Wagenzug und Locomotive noch jedesmal zwei besonders hierzu gebaute, mit einer Bremse ausgerüstete Wagen, Verbindungswagen, einzuschalten, um die dreiachsige Locomotive nicht über die Brechpunkte der Bahn laufen zu lassen. Es würde dies zu vermeiden gewesen sein, wenn der Maschine überhaupt nur 2 Achsen gegeben und etwa einzelne Theile des Uebergangswagens entsprechend verstärkt worden wären. Versuche dieser Art sind in letzter Zeit bereits angestellt worden. Die Bewegung des Uebergangswagens geschieht durch das Fährschiff selbst; man lässt nach dem erwähnten Aufsetzen des Letzteren auf die Rollen die Bewegung landwärts noch etwas fortsetzen, so dass, nach der Entladung des Schiffes, dasselbe immer noch etwas aufruht; bei der Abfahrt des beladenen Schiffes wird der Uebergangswagen wieder etwas stromwärts mitgenommen, bis das vollständige Aufschwimmen erfolgt, worauf alsdann der Kuppelhaken durch eine Hebelbewegung gelöst wird.

Die wesentlichen Theile der Rheinhausener Fähre sind dargestellt auf Taf. LXII.

Fig. 1. Längenansicht, Fig. 2. Grundriss, Fig. 3. Vorderansicht des Fährschiffes in Verbindung mit dem Uebergangswagen *D* am linken Stromufer.

A Betriebsmaschine zur Bewegung des Fahrseils *b*, welches über die beiden grossen Seilscheiben und die beiden Führungsrollen b_1 geht;

C Tenderlocomotive, welche durch Vermittelung der Verbindungswagen *B B* den Zug auf das Schiff setzt, oder von dort abholt;

a das Leitseil an der stromaufwärts liegenden Schiffsseite; es läuft über die Rollen a_1.

Fig. 4a, 4b, 4c der Uebergangswagen *D* und das Ende des Fährschiffes in grösserem Maassstabe.

e Schleppzungen von Stahl mit den Gegengewichten e_1;

a_2 Führungsrolle am Uebergangswagen für das Leitseil *a*, damit das Fährschiff genau die Verbindungsorgane mit demselben findet;

f_1 kurze Ausgleichungsschienen mit Gelenken und vorderen Verbindungsknöpfen, welche in die Trichter f_2 des Schiffes greifen;

c_1 und c_2 Bügel und Haken (Fangschleife), zum Festhalten des Schiffes dienend und durch einen Hebelmechanismus leicht lösbar; darunter liegt noch ein kleiner Bufferapparat mit einer Feder;

d_1 lose Rollen auf einer Achse des Uebergangswagens, bestimmt den Auswuchs

d_2 des Schiffes aufzunehmen, zu führen und zu unterstützen, so dass ein Einsinken des Schiffes nicht eintreten kann;

g drehbare Bufferapparate an den Enden des Fährschiffes;

h eine kleine Bremse zum Halten des frei auf den Schienen ruhenden Uebergangswagens;

Fig. 5 und 6. Einzelheiten.

Die in ihrer Lage bewegliche, nach der Mittelkraft sich stellende Führungsrolle a_1 des Leitseils *a*;

ein Ankertau für das Leitseil *a* nebst der Klaue *c*, mittelst welcher dasselbe ungehindert die Führungsrollen a_1 überschreiten kann.

In Rheinhausen war die Anlage auf fünf Fährstrassen berechnet; von diesen wurden jedoch nur vier ausgeführt und zwar in 19—22 Meter Entfernung von einander; und selbst von diesen sind in dem ersten Betriebsjahre nur zwei gleichzeitig in Thätigkeit gewesen. Die Fähre war also im Stande, noch einen sehr gesteigerten Verkehr zu gewältigen. Es vereinfachte sich durch das Nebeneinanderliegen mehrerer Fährstrassen insofern die Anlage, als man nur einen Ankerpunkt im Strom herzustellen brauchte, um die entsprechenden Ankerketten aller nebeneinanderliegenden Leitseile anzuknüpfen.

Obgleich die Betriebskraft dazu hinreichend vorhanden, hat man doch die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes nicht grösser als 1,9 bis 2 Meter in der Secunde gehalten, um die Leitseile nicht unnöthig anzugreifen.

Die Fähre arbeitete mit Sicherheit und Schnelligkeit und bot der sehr lebhaften Schifffahrt auf jener Rheinstrecke gar kein Hinderniss. Eine Fährstrasse war in einem Tage bei einer Arbeitszeit von 6 Uhr Morgens bis 7 Uhr Abends im Stande, mindestens 170 Wagen von 200 Ctr. Tragkraft von jeder Seite zur anderen, also im Ganzen 340, über den Strom zu setzen. Personenzüge brauchten 15 Minuten, um von einem Bahnhofe bis zum gegenüberliegenden zu gelangen; in den Fahrplänen war sehr reichlich eine Zeit von 20 Minuten hierfür ausgeworfen.

Zur Milderung des grossen Wasserdruckes des quer gegen den Strom liegenden langen Fährschiffes war dasselbe in dem Uebergange zwischen Wand und Boden sanft ansteigend abgerundet und die Hauptleitrollen lagen ganz über Wasser. Trotzdem war der Druck des Leitseils in den Rollen so gross, dass man genöthigt war, die Führungsrollen mit weichem Metall (Blei und Antimon) auszufüttern und solche etwa jede zwei Wochen auszuwechseln. Leitseile mit dünnen Drähten, überhaupt von kleinerem Querschnitte, als vorher angeführt, haben nicht gehalten.

Nach Angabe der angezogenen Veröffentlichung waren die Baukosten einer Fährstrasse, wie folgt:

A. Herstellung der Ankerlinie für die Ankertaue der Leitseile	5883	Mk.
B. Bauliche Einrichtungen in den geneigten Ebenen (als Gegengewichte und Arbeiten bei Herstellung und Einrichtung)	71370	-
C. Das Leitseil mit Verankerungen	13317	-
D. Das Fahrseil	4500	-
E. Zwei Anfahrtswagen	29448	-
F. Ein ausgerüstetes Fährschiff	85359	-
G. Aussergewöhnliche Geräthschaften	123	-
Summa	210000	Mk.

Die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Rheinhauser Fähre betreffend, so liegen hier nur die Erfahrungen von sehr kurzer Dauer vor und können daher nicht für die Zukunft maassgebend sein; sie beziffern sich pro Fährstrasse und Jahr auf 33417 Mk., in welcher Summe enthalten ist:

Verbrauch an Kohlen und Schmiere	3300	Mk.
Gehalt des Dienstpersonals auf dem Fährschiffe	4632	-
Ein neues Leitseil	6828	-
Ein neues Fahrseil	2565	-

Hierin sind jedoch nicht enthalten die Kosten des Locomotivdienstes auf den geneigten Ebenen und den Bahnhöfen.

§ 5. Schlussfolgerungen. — Ueberblickt man noch einmal kurz die bis heute ausgeführten Eisenbahnfähren, so lässt sich wohl behaupten, dass für den Uebergang vom Schiff aufs Land sich die geneigten Ebenen mit sanftem Gefälle, die noch von Locomotiven (zweiachsigen Tendermaschinen) befahren werden können, am besten bewähren. Zu den Uebergangswagen sind Constructionen ähnlich wie die verbesserte zu Homberg-Ruhrort oder die bei der Hartwich'schen Fähre zu empfehlen, durch welche die Wagen unmittelbar auf dem Fährschiffe durch die Locomotive angefasst werden, ohne dass jenes bedeutenden Schwankungen unterworfen wäre. Steile geneigte Ebenen mit Seilbetrieb oder senkrechte Hebungsvorrichtungen oder auch bewegliche Bahnen auf dem Schiffe (Nil) sind umständlicher und kostspieliger.

Für Fähren über grosse und bewegte Wasserflächen eignen sich allein Dampfschiffe von grossen Dimensionen; für Fähren über Binnenströme, namentlich wenn das Fahrwasser verwickelte Linien bildet, eignen sich ausserdem selbst für einen grossen Verkehr flache Fahrprahme, welche von Dampfschiffen geschleppt werden; auch sind solche zweifellos diejenigen Schiffe, mittelst welchen am schnellsten und wohlfeilsten kurz dauernde Fähreinrichtungen für Eisenbahnen getroffen werden können. Die Hartwich'sche Fähre endlich ist die vollkommenste für Binnenströme, wenn der Wasserweg in gerader Linie senkrecht oder schräg (wie bei Obercassel) zum Stromstrich ausführbar ist.

Es ist auffallend, dass man für Eisenbahnzwecke niemals die Idee der fliegenden Nähen oder fliegenden Brücken ausgebeutet hat, die für den gewöhnlichen Landverkehr so sehr häufig angetroffen werden und bei geringen Anlagekosten ihren Zweck vollkommen erfüllen; man kann sich fragen, weshalb man sich bis jetzt nur bemüht hat, die in dem fliessenden Wasser aufgespeicherte Kraft zu bekämpfen, statt sie zur Bewegung der Fähre zu verwenden. Vielleicht wird man unter besonders günstigen

Wasserverhältnissen bei künftigen Anlagen davon Gebrauch machen, in der Regel wird es sich aber verbieten, weil die geneigten Zufuhrbahnen selten so gelegt werden können, dass bei allen Wasserständen ein kräftiger Strom, der die bewegende Kraft liefert, an ihnen vorbei geht. Der Eisenbahnverkehr wird aber stets danach trachten, sich von unzuverlässigen und wechselnden Bewegungskräften loszusagen.

Alle Fähranlagen haben den sehr grossen Fehler miteinander gemein, dass dieselben im strengen Winter nicht in Betrieb zu halten sind. Es ist dies um so beklagenswerther, als gerade um diese Zeit der Massenverkehr auf den Bahnen am stärksten zu sein pflegt, weil die Schifffahrt stille liegt und die Wasserwege gesperrt sind.

Kleinere Eisgänge werden jedoch von den Eisenbahnfähren überwunden; die Schiffsgefässe sind stark gebaut, die Eisschollen zertrümmern unter den kräftigen Schaufeln der Dampfschiffe oder gleiten ohne Schaden unter den sanft gewölbten Schiffsböden hindurch (z. B. bei Rheinhausen). Bei lange anhaltendem scharfen Froste schieben sich aber Eismassen vor den Landestellen der Fährschiffe fest, alle mit dem Wasser in Berührung tretenden Theile der Schiffe und Maschinen umkleiden sich dergestalt mit stets sich vermehrenden Eishüllen, dass trotz aller Anstrengung beim Loseisen doch der Verkehr eingestellt werden muss. Ob man bei Eisständen auf den Strömen offene Wasserstrassen für die Fährschiffe erhalten kann, muss bezweifelt werden; versucht ist es, soweit bekannt geworden, noch niemals.

In Ländern mit mildem Winter leiden natürlicherweise die Fähren an diesen Mängeln nicht; am Rhein, wo ein Eisstand, ausser in einzelnen Stromengen, zu den Seltenheiten gehört, ist der Eisenbahnbetrieb auf den Fähren manchmal gar nicht, manchmal nur wenige Tage während des Winters unterbrochen worden.

Um den ökonomischen Werth einer Fähranlage beurtheilen zu können, ist es nöthig, zu den an den entsprechenden Stellen angeführten Baukosten und capitalisirten Betriebskosten diejenigen Summen hinzuzufügen, welche durch die Anlage der geneigten Ebenen und der zum Ausgleich der An- und Abfuhr der Eisenbahnfahrzeuge nöthigen Bahnhöfe, sowie durch deren Betrieb und Unterhaltung erwachsen, überhaupt alle diejenigen Ausgaben zu ermitteln, welche vermieden worden wären, wenn man eine Brücke statt einer Fähre erbaut hätte. Der Betrag dieser meist ganz überwiegend grossen Ausgaben hängt im höchsten Maasse von örtlichen Verhältnissen ab und lässt sich daher im Allgemeinen nicht angeben. Sie werden am geringsten sein, wenn schon aus anderen Gründen an beiden Ufern grössere Eisenbahnstationen nöthig sind und die Uferbildung zur Anlage der geneigten Ebenen günstig ist; sie werden am grössten sein, wenn die Uferstationen fern von bewohnten Orten nur im Interesse der Fähre angelegt werden müssen und die geneigten Ebenen grosse Erdarbeiten fordern. Die Grösse dieser Uferstationen lässt sich nur nach dem zu erwartenden Verkehr bestimmen. Als Anhalt zur Ermittelung der Betriebskosten der Eisenbahnfähren möge hier angeführt werden, dass an jedem Ufer in Homberg-Ruhrort eine Locomotive, in Rheinhausen-Hochfeld für je 2 Fährstrassen eine Locomotive ständig in Dienst ist.

§ 6. Eisenbahnschiffbrücken. — Die Idee, Schiffbrücken mit Eisenbahnzügen zu befahren, liegt nahe, ist aber, wenn unbestimmte Nachrichten über deren Verwendung in Ostindien ausser Acht bleiben, zum ersten Male zu Maxau bei dem Uebergange der Eisenbahn von Karlsruhe nach Winden über den

Rhein verwirklicht worden.[12] Das Bauwerk ist ausgeführt worden nach den Entwürfen des Oberingenieurs der Pfälzischen Bahnen, Herrn C. Basler, unter Mitwirkung einer aus Technikern von Bayern und Baden zusammengesetzten Commission.

Die Brückenlinie überschneidet den Rhein an einer seit 1817 durch einen sanft gekrümmten Durchstich vollständig geregelten Strecke, in welchem der Strom zwischen abgepflasterten Ufern in einer Breite von 240 Metern begrenzt ist. Die von niedrigen Deichen eingeschlossenen Vorländer sind schmal, so dass sich die über höchstem Wasser liegenden beiderseitigen Bahnkörper dicht an die erwähnten Ufer anlehnen konnten. Etwas oberhalb bestand seit 1842 eine gewöhnliche Schiffbrücke für Strassenfuhrwerk; sie ist jetzt fortgefallen, und wird die Eisenbahnschiffbrücke zu gleicher Zeit für jene Zwecke mit benutzt. Das relative Gefälle des Rheins beträgt daselbst $\frac{1}{3421}$; die Wassergeschwindigkeiten schwanken im Mittel zwischen $0^m,89$ und $2^m,1$ in der Secunde, je nach den Wasserständen. Diese haben sich durch die Stromcorrectionen etwa um $1^m,20$ gesenkt, und es lässt sich die grösste Differenz zwischen Hoch- und Niederwasserstand zu $5^m,10$ annehmen, wenn man einige sehr selten eintretende ausserordentliche Wasserstände nicht berücksichtigt. Das Flussbett besteht aus beweglichem, in grossen Bänken sich abwärts schiebendem Gerölle, wodurch das Fahrwasser oft von einem Ufer zum anderen verworfen wird. Die Schifffahrt auf dem Rhein ist daselbst gering und hört grösstentheils dicht unterhalb der Brücke, wo ein alter Rheinarm zu einem Flusshafen ausgebaut wurde, auf. Nach Ausweis der nächstliegenden vergangenen Jahre muss die Schiffbrücke in einem Jahre etwa tausendmal geöffnet werden, im Sommer meistens viermal täglich.

Die Schiffbrücke zu Maxau unterscheidet sich im Allgemeinen nicht wesentlich von den üblichen Constructionen für Strassenfuhrwerk, nur dass die Brückschiffe stärker gebaut sind und die Brückenbahn sich dem Zweck entsprechend anders gestalten musste. Die Brückschiffe sind aus Eichenholz, haben flache Böden, fast senkrechte Seitenwände und scharfe Ausspitzungen an beiden Steven. Die Brückenbahn liegt dicht auf den Schiffen. Ein Eisenbahngleis, auf doppelten Langschwellen ruhend, nimmt die Mitte der Bahn ein; zu beiden Seiten befinden sich für die Strassenfuhrwerke und die Fussgänger die mit 8 Centimeter dicken Bohlen belegten Fahrwege, von denen jeder für eine besondere Verkehrsrichtung bestimmt ist. Die Fahrwege sind nach aussen und gegen die Eisenbahn zu mit Saumschwellen versehen. Die ganze Breite der Brückenbahn ist $11^m,28$, jedes Fahrweges allein $3^m,76$, alle Maasse von Mitte zu Mitte der Saumschwellen genommen. Die Anfahrten der Eisenbahn von den festen Schienen der Bahnhöfe bis zu denen auf der Brücke geschieht durch stellbare geneigte Bahnen, welche theils in festen Bockgestellen auf dem Lande, theils in solchen auf besonders grossen Brückschiffen sich bewegen lassen. Die Länge dieser geneigten Bahnen für die Eisenbahn ist so bemessen ($64^m,0$ in den festen Böcken und $20^m,5$ auf den Bockschiffen, also $84^m,50$ zu jeder Seite der Brücke), dass bei dem tiefsten Wasserstande das Gefälle 3,5% abwärts, beim höchsten Wasserstande 3,3% aufwärts beträgt. Während der mittleren Wasserstände wechselt dasselbe zwischen 0,75 bis 2,5%. Bei sehr niedrigen Wasserständen erleichtert man die Ueberfahrt der Züge durch eine mittelst Unterklotzungen auf dem sonst horizontalen Theile der Brücke hervorgebrachte Verlängerung der geneigten Ebene. Bei den Anfahrten für die Fahrwege sind die äussersten Steigungsverhältnisse auf 5% festgestellt. Die

---

12) M. Becker, Die neue Eisenbahnschiffbrücke über den Rhein bei Maxau, Stuttgart 1865. Ferner: Geschäftsbericht der Direction der Pfälzischen Maximiliansbahn für 1864|65, p. 14.

Bockgestelle befinden sich jede $5^m,86$ und tragen bei der Eisenbahn eiserne Querträger, welche mittelst Schraubenspindeln von 8 Centimeter Durchmesser und conischen Getrieben mit Kurbelbewegung in ihrer Höhenlage leicht verstellbar sind. Die für den Durchgang der Bahnzüge bestimmte lichte Weite zwischen diesen Bockgestellen beträgt nur $3^m,50$, was den Vereinsbestimmungen der deutschen Eisenbahnen gegenüber zu klein erscheint und leicht hätte vermieden werden können. Am landseitigen Ende ruhen die Langschwellen der Eisenbahn durch eine Querachse in festen Lagern. Für die Anfahrten der Landfuhrwerke sind die Querträger von Holz und die Verstellvorrichtungen einfacher.

An die Bockschiffe reihen sich an beiden Ufern, den vorher erwähnten eigenthümlichen Verhältnissen entsprechend, je 3 Durchlassjoche von 2 und 3 Schiffen; hierauf erst folgt der eigentliche Mitteltheil der Brücke mit Jochen aus je 3 Schiffen.

Es setzt sich hiernach die Brücke aus folgenden Theilen zusammen:

Anfahrt auf dem Lande $= 64^m,0$; Bockjoch $20^m,5$; 3 Durchlassglieder $21 + 12,5 + 21 = 54^m,5$; 4 Mitteljoche $4 . 21 = 84^m,0$; 3 Durchlassglieder $54^m,5$; Bockjoch $20^m,5$; Anfahrt $64^m,0$; zusammen 362 Meter.

Die Brückschiffe der Bockjoche haben $22^m,5$ Länge, $4^m,6$ Breite, $1^m,4$ Höhe und stehen im Lichten 0,2 und 3 Meter auseinander.

Die Brückschiffe der Durchlass- und Mitteljoche haben $20^m,0$ Länge, $3^m,7$ Breite, $1^m,4$ Höhe und stehen im Lichten $3^m,6$ auseinander.

Verankerung und sonstige Ausrüstung ist den gewöhnlichen Schiffbrücken nachgebildet. Wichtig und schwierig hingegen war die Herstellung des Längenverbandes der einzelnen Joche. Es kam darauf an, die Brücke für leichtere Locomotiven fahrbar zu machen, oder sie so starr herzustellen, dass die Brückenbahn wie ein continuirlicher Träger wirkt und dass beim Einsinken eines Joches während der Ueberfahrt der concentrirten Last das nebenliegende in möglichst grosse Mitleidenschaft gezogen wird, ohne dabei die Verbindungen, namentlich bei den Durchlassgliedern, schwer löslich zu gestalten. Bei den festen Jochen sind es 3 Meter lange Stücke der Lang- und Saumschwellen, welche mit den darunterliegenden Hölzern durch Ueberwürfe mit Druckschrauben oder Keilen verbunden werden. Ausserdem sind Spannketten mit Druckhebeln verwendet und schliesslich sind die Eisenbahnschienen über den Stössen vollständig verlascht. Bei den Durchlassgliedern tritt eine eigentliche Verlaschung der Schienen nicht ein, dafür werden die eichenen Langschwellen durch sehr kräftige eiserne Ueberwürfe von beiden Seiten laschenartig verbunden, ausserdem durch einen mächtigen Schubriegel unterhalb vereinigt. Auch sind Spannketten wie bei den Mitteljochen und hölzerne Ueberwürfe für die Saumschwellen verwendet.

Diese Einrichtungen sind hinreichend, damit die ungleich vertheilte Last eines Locomotivzuges nur eine wellenförmig mit dem Zuge fortschreitende sanfte Einsenkung der Bahn von höchstens 20 Centimeter hervorbringt, so dass die Locomotive auch auf der sonst ebenen Brücke fortwährend eine leicht zu überwindende Steigung von $1^1/_2$ bis 2 % vor sich hat. Beim Uebergange eines Zuges vom Bockjoche zu den festen Gerüsten auf dem Lande kann jedoch eine solche Continuität des Trägers und der Einsenkung nicht erfolgen; vielmehr muss daselbst ein Stück der Bahn auf den Schiffen in gelenkartiger Verbindung mit den festen Theilen auf dem Lande stehen. Um diesen Uebergang möglichst milde herzustellen, sind die Bockschiffe, wie erwähnt, grösser und dichter aneinander gerückt, als in den übrigen Jochen, und ausserdem wird die Anfahrt so gestellt, dass bei unbelasteter Bahn der schwimmende Theil etwas höher liegt, als der feste. Die bis etwa 10 Centimeter betragenden Längenunterschiede der Brücken-

bahn von Festpunkt zu Festpunkt an den Anfängen der Anfahrten bei den verschiedenen Wasserständen vertheilen sich in ganz unschädlicher Weise auf die vielen Stossfugen.

Die Maxauer Schiffbrücke wurde nach einer Bauzeit von 12 Monaten im April 1865 dem Betrieb übergeben; die Züge, sowohl Personen- als Güterzüge, werden von kleinen, eigens für diesen Zweck erbauten zweiachsigen gekuppelten Tenderlocomotiven von 350 Ctr. Gewicht (im Feuer und mit Wasser etc.) in Abtheilungen von 5 bis 8 Wagen (von 1500 bis 1600 Ctr. Bruttolast) übergesetzt. Die Fahrzeit von Bahnhof zu Bahnhof beträgt 3 bis 5 Minuten; der Dienst geschieht mit grosser Sicherheit und Regelmässigkeit. Mit einem Personal von 2 Brückenmeistern und 15 Arbeitern erfolgt die Ausfahrt der 3 Durchlassjoche an einem Ufer in 7 Minuten: die Unterbrechung des Verkehrs bei einer Oeffnung der Brücke, wenn etwa nur ein Schiff durchzulassen ist, kann zu 25 Minuten geschätzt werden. Die Baukosten der Brücke haben ca. 300,000 Mk. (sammt Zufahrtstrasse und Gleise) betragen, ausserdem der Ankaufspreis der beiden Tenderlocomotiven jede 25715 Mk.

Die Brückenconstruction, namentlich was die Tragfähigkeit der Schiffe, die Jochverbindungen und die Hebevorrichtungen der beweglichen Rampen betrifft, hat sich während der 7jährigen Dauer (bis 1872) durchaus bewährt. Selbst die periodisch unter der Brücke durchtreibenden, oft nicht unbedeutend über den Wasserspiegel vortretenden Kiesbänke vermochten nicht den Betrieb zu stören, da selbst aufsitzende Schiffe die Last der Züge ohne Anstand trugen. Auch die Schifffahrt und die Flösserei, für die namentlich in den Sommermonaten die Brücke oft vier- und mehrmal geöffnet werden musste, brachte dem Eisenbahnbetriebe, der unter Anderem 5 bis 6 durchgehende Personenzüge in sich schliesst, keine Störung. Ebensowenig konnte von nennenswerthen Störungen durch Eisgang im Rheine die Rede sein, da die Brücke seit ihrer Eröffnung in 3 Wintern gar nicht und in den übrigen 4 Wintern je einmal und zwar 1867/68 auf 11 Tage, 1868/69 auf 5 Tage, 1869/70 auf 4 Tage und 1870/71 (Kriegsverhältnisse halber) auf 14 Tage abgefahren werden musste. Die beiden Tenderlocomotiven besorgten abwechselnd auch bei den niedrigsten Wasserständen, wo die Rampen 3,5 % Steigung annehmen, den Dienst regelmässig.

Der Eisenbahnverkehr über die Schiffbrücke bestand ausweislich der Geschäftsberichte der Direction der Pfälzischen Eisenbahnen im Folgenden:

Es wurden übergesetzt:

Im Jahre	Reisende	Güter und Kohlen
1867	47100	4852000 Ctr.
1868	48800	5161000 -
1869	50700	5973000 -
1870	107100	5286000 -
1871	62300	7727000 -

Ausserdem wurden für Fussgänger und Fuhrwerke jedes Jahr circa 150000 Billete verabfolgt.

Die Ausgaben für den Betrieb stellen sich:

Im Jahre	a) für den Fahrdienst	b) für den Brückendienst incl. Einnehmerei	c) für die Unterhaltung der Brücke	Summa a + b + c
1867	12742 Gulden	16440 Gulden	1094 Gulden	30276 Gulden
1868	10446 -	16730 -	5338 -	32514 -
1869	10354 -	16666 -	5828 -	32848 -
1870	11332 -	16932 -	8870 -	37134 -
1871	12691 -	17584 -	5922 -	36200 -

In diesen Ausgaben sind sämmtliche Kosten, die sich auf den Brückendienst beziehen, incl. der Miethen für die Dienstwohnungen des sämmtlichen Personals, einbegriffen. In den Unterhaltungskosten der Brücke erscheinen theils Reparaturen an Schiffen, theils Erneuerungen von Bedielung der Strassenfahrbahnen, theils Auswechslung der Schienenstränge gegen neue von höherem Profile, theils Erneuerung des Inventars an Seilwerk, Ketten etc.

Aus den Zahlen obiger Tabellen ergiebt sich, unter Zuschlag von 5% Zinsen des Anlagecapitals zu den Ausgaben, die Kosteneinheit für das Verbringen eines Centners Gut oder Kohlen von Bahnhof zu Bahnhof über die Schiffbrücke zu 0,34 bis 0,48 Kreuzer, wobei für den Personenverkehr Nichts in Anrechnung gekommen. Der Tarif der Eisenbahn berechnet den Transport über die Brücke gleich $1^1/_2$ Meilen Bahnlänge.

Bei der provisorischen, vorher beschriebenen Eisenbahnfähre zwischen Mannheim und Ludwigshafen stellten sich bei circa 5 Millionen Centner jährlichem Gütertransport die Selbstkosten auf circa 1 Kreuzer pro Centner, wobei ausserdem aller Personentransport ausgeschlossen war.

In Folge dieser günstigen Resultate entschloss sich die Pfälzische Bahnverwaltung, auch für die Linie Speyer-Heidelberg einen Rheinübergang nach dem Maxauer System zur Ausführung zu bringen. Bei Speyer ist nämlich die bestehende Schiffbrücke mit eisernen Pontons dazu verwendet worden; die zu kurzen älteren Schiffe wurden entsprechend verlängert und für den Uebergang vom Land auf das Wasser einige grössere neue Schiffe eingestellt.

Die Eisenbahnschiffbrücke zu Maxau hat mit Recht die Aufmerksamkeit der technischen Welt in hohem Maasse auf sich gezogen; man bewundert die gute und einfache Lösung einer für den grossen Verkehr höchst schätzbaren Aufgabe. Die Leistungsfähigkeit der Brücke mit nur einem Gleise ist offenbar eine sehr grosse und dürfte selbst einem gewaltigen Verkehre genügen.

Im Vergleich mit einer Eisenbahnfähre zeigt eine Eisenbahnschiffbrücke viele Vortheile aber auch viele Nachtheile.

Zu Gunsten der Schiffbrücken spricht die Einfachheit des Betriebes und die Möglichkeit der Gewältigung eines grossen Verkehres mit verhältnissmässig geringem Anlage- und Betriebscapital.

Zu Ungunsten der Schiffbrücken spricht:

1. dass sie nur mit Vortheil an geschlossenen Stromläufen mit unbedeutenden Vorländern erbaut werden können, indem die auf dem Lande feststehenden Gerüste den Angriffen von Eis und Hochwasser ausgesetzt sind, wogegen bei den Fähren jedes Stromhinderniss fortfällt;
2. dass sie der Schifffahrt ein grosses Hinderniss bieten, grösser als die gewöhnlichen Schiffbrücken, weil die Verbindungen besser und schwerer lösbar sein müssen, wogegen die Fähren die Schifffahrt gar nicht belästigen. Es dürfte daher sehr gewagt, oft unmöglich sein, sie an den sehr befahrenen Gewässern zu erbauen, wo einige Eisenbahnfähren ausgeführt sind;
3. dass die Kosten einer Schiffbrücke mit deren Länge proportional wachsen, wogegen die der Fähren beinahe gänzlich davon unabhängig sind. Grosse Wasserflächen fallen daher unter allen Umständen den Fähren anheim;

4. dass die Schiffbrücken gegen die Wirkungen des Eises sehr viel empfindlicher sind, als die Fähren; Erstere werden daher abgefahren werden müssen, wenn Letztere den Dienst noch gut versehen können:
5. dass Schiffbrücken eines Schutzhafens bedürfen, Fähren nicht, da sich wohl stets in Ufereinschnitten und dergleichen Gelegenheit bietet, das Fährschiff gegen den Eisgang zu sichern.

Alle früher angeführten Nachtheile der Fähren, die sich auf die Anlage der Bahnhöfe und die Kosten für die Zufahrtsstrassen beziehen und grösstentheils örtlicher Natur sind, theilen beide Arten von Verkehrsmitteln in fast gleichem Maasse miteinander.

Eisenbahnschiffbrücken werden ihre grösste Verwendung finden in Ländern mit gelindem Winter bei geschlossenen Strömen von mässiger Grösse und bei kleinem Schifffahrtsverkehr.



Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.


Stanford University Libraries
3 6105 024 434 966

